



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# Análisis de la estabilidad de las betas en el mercado bursátil

---

Trabajo final de máster

Autor: Antonio Molina García

Director: Francisco Guijarro Martínez

Codirector: Javier Oliver Muncharaz

Máster en Dirección Financiera y Fiscal

Valencia, julio de 2016



## Índice

1. Justificación y objetivos .....	6
2. Introducción .....	8
2.1. <i>Capital Asset Pricing Model</i> .....	9
2.2. El coeficiente beta.....	15
2.3. Índice bursátil .....	19
2.4. <i>Dow Jones Industrial Average</i> .....	21
3. Análisis de la estabilidad de la beta: metodología y resultados .....	24
3.1. Obtención de la rentabilidad .....	25
3.2. Presentación de la $\beta$ y $R^2$ .....	27
3.3. Estabilidad de la $\beta$ en ventanas temporales de 2 años .....	31
3.4. Estabilidad de la $\beta$ en otras ventanas temporales.....	50
3.5. Estabilidad de la $\beta$ en la formación de carteras.....	58
3.6. Estabilidad de la $\beta$ de las carteras según el número de títulos que las forman	65
4. Conclusiones .....	72
5. Bibliografía.....	76
6. Anexos.....	78

## Índice de tablas

Tabla 1: Ponderación de cada compañía en el Dow Jones Industrial Average. ....	23
Tabla 2: $\beta$ y $R^2$ de los componentes del Dow Jones Industrial Average. ....	28
Tabla 3: Promedio, desviación típica y evolución de $\beta$ y $R^2$ de los componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 2 años. ....	47
Tabla 4: Promedio, desviación típica y evolución de $\beta$ y $R^2$ de los componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 3 años. ....	51
Tabla 5: Promedio, desviación típica y evolución de $\beta$ y $R^2$ de los componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 4 años. ....	53
Tabla 6: Promedio, desviación típica y evolución de $\beta$ y $R^2$ de los componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 1 año. ....	55
Tabla 7: Variación porcentual de la beta para ventanas temporales de 2 años. ....	68
Tabla 8: Variación porcentual de la beta para ventanas temporales de 1 año. ....	68
Tabla 9: Variabilidad de las ex-post betas para ventanas temporales de 2 años. ....	70
Tabla 10: Variabilidad de las ex-post betas para ventanas temporales de 1 año. ....	70
Tabla 11: $\beta$ de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 2 años. ....	78
Tabla 12: $R^2$ de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 2 años. ....	79
Tabla 13: $\beta$ de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 3 años. ....	80
Tabla 14: $R^2$ de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 3 años. ....	81
Tabla 15: $\beta$ de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 4 años. ....	82
Tabla 16: $R^2$ de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 4 años. ....	83
Tabla 17: $\beta$ de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 1 año. ....	84

Tabla 18: $R^2$ de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 1 año .....	85
Tabla 19: $\beta$ de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 2 años.....	86

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Representación de la dispersión de las rentabilidades del Dow Jones Industrial Average y American Express.....	11
Ilustración 2: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de American Express.....	31
Ilustración 3: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Boeing .....	32
Ilustración 4: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Caterpillar .....	32
Ilustración 5: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Cisco.....	33
Ilustración 6: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Chevron .....	33
Ilustración 7: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de E.I. du Pont de Nemours and Co.....	34
Ilustración 8: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Disney.....	35
Ilustración 9: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de General Electric.....	35
Ilustración 10: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Home Depot .....	36
Ilustración 11: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de IBM .....	36
Ilustración 12: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Intel.....	37
Ilustración 13: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Johnson & Johnson.....	37
Ilustración 14: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de JPMorgan Chase.....	38
Ilustración 15: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Coca-Cola.....	38
Ilustración 16: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de McDonald's.....	39
Ilustración 17: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de 3M .....	39
Ilustración 18: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Merck.....	40
Ilustración 19: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Microsoft .....	40
Ilustración 20: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Nike .....	41
Ilustración 21: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Pfizer .....	41
Ilustración 22: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Procter & Gamble.....	42
Ilustración 23: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de AT&T, Inc. ....	42
Ilustración 24: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Travelers Companies Inc.....	43

Ilustración 25: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de UnitedHealth Group .....	43
Ilustración 26: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de United Technologies.....	44
Ilustración 27: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Verizon Communications.....	44
Ilustración 28: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Wal-Mart .....	45
Ilustración 29: Evolución de la $\beta$ y $R^2$ de Exxon Mobil.....	45
Ilustración 30: Evolución de la $\beta$ para una cartera formada por títulos agresivos para ventanas temporales de 2 años.....	59
Ilustración 31: Evolución de la $\beta$ para una cartera formada por títulos defensivos para ventanas temporales de 2 años.....	60
Ilustración 32: Evolución de la $\beta$ de carteras para ventanas temporales de 1 año.....	61
Ilustración 33: Evolución de la $\beta$ de carteras para ventanas temporales de 3 años .....	62
Ilustración 34: Evolución de la $\beta$ de carteras para ventanas temporales de 4 años .....	63

## 1. Justificación y objetivos

La gestión de carteras en el mercado bursátil es uno de los temas más significativos a la hora de realizar una inversión desde que Harry Max Markowitz publicase en 1952 el artículo académico *Portfolio Selection*, donde estudiaba el proceso de selección de una cartera de inversión. En éste establece el concepto del binomio rentabilidad-riesgo, a partir de la cual gira toda la economía financiera actual y del que se han desarrollado distintos modelos, entre ellos se encuentra el modelo de valoración de activos *Capital Asset Pricing Model (CAPM)*, que es el que nos ocupa en este trabajo final de máster, desarrollado por Jack L. Treynor, William Sharpe, John Lintner y Jan Mossin.

A partir de este momento, la volatilidad de los rendimientos de los activos pasa a ser el principal factor de riesgo en una inversión, de ahí que hayan ido apareciendo numerosas formas de medir el riesgo de una inversión, la mayoría centradas sobre dicha volatilidad.

El modelo de valoración de activos CAPM aporta diferentes parámetros, que a día de hoy, se siguen utilizando para analizar la evolución y riesgos de los activos. El parámetro de mayor importancia del modelo es el de beta, utilizado como medida del riesgo sistemático o de mercado, mientras que la volatilidad mide el riesgo total de un activo. Aunque en la actualidad, sea uno de los parámetros más utilizados para medir el riesgo de un activo ha ido recibiendo numerosas críticas, así como el propio modelo CAPM, por su simplicidad a la hora de valorar los activos.

Además, conforme la gestión de carteras se ha ido popularizando, la dura competencia ha añadido cada vez más presión a un entorno, el de la gestión, que exige un continuo proceso de evaluación, de ahí que sea de interés analizar la estabilidad de uno de los parámetros más utilizados a día de hoy en la economía financiera, la beta.

En este sentido, el trabajo comienza con un segundo apartado introductorio en el que se describen los principales conceptos sobre los que versa el trabajo. De esta manera se explicará el modelo de valoración de activos *Capital Asset Pricing Model*, haciendo especial hincapié en el parámetro beta y se establecerán las bases del índice bursátil *Dow Jones Industrial Average*. Continúa con un tercer apartado donde se exponen los datos sobre los cuales se van a trabajar, así como la metodología utilizada para realizar el análisis de la estabilidad de la beta. Además, se presentarán los resultados obtenidos durante los diferentes estudios realizados para analizar la estabilidad del parámetro beta.



Y, por último, un capítulo que extrae las principales conclusiones de los apartados anteriores.

El objetivo principal de este trabajo final de máster es el **análisis de la estabilidad de las betas en el mercado bursátil**, utilizando para ello los valores del índice bursátil *Dow Jones Industrial Average* y los valores de los títulos que lo componen, en el periodo comprendido entre 1990 a 2015. El estudio de la estabilidad de las betas resulta de gran utilidad tanto desde un punto de vista académico como profesional. Si un inversor se plantea llevar a cabo sus inversiones considerando el valor de la beta de las acciones, le resultará interesante conocer si dicho valor se mantiene estable en el tiempo o si, por el contrario, fluctúa conforme avanza el tiempo.

A tenor de lo anterior, se puede desglosar el objetivo principal en las siguientes líneas de actuación u objetivos secundarios:

- Conocer la evolución y características del *Capital Asset Pricing Model*.
- Conocer los diferentes tipos de riesgo que se pueden encontrar en el mercado bursátil.
- Establecer la utilidad de los índices.
- Comprender el significado y utilidad de la beta.
- Analizar la estabilidad de la beta y del porcentaje de riesgo sistemático para cada uno de los títulos del *Dow Jones Industrial Average*.
- Estudiar la evolución de la beta de carteras con títulos previamente jerarquizados.
- Analizar la estabilidad de la beta de una cartera conforme se incrementa el número de títulos por los que está compuesta.
- Extracción de conclusiones.

De estos objetivos secundarios se extrae también la importancia de la beta no sólo como un medidor del riesgo individual de los títulos, sino también como una medida fiable y consistente del riesgo de las carteras.

## 2. Introducción

Previo al comienzo del trabajo más académico, es necesario establecer los principales conceptos que van a ser utilizados y están relacionados con el contenido de este TFM. De esta manera, se procederá a explicar aquellos conceptos importantes y que constituyen una parte esencial del trabajo y que se desarrollará en capítulos posteriores.

Por tanto, este apartado introductorio trata sobre los aspectos básicos del modelo de valoración de activos CAPM, realizando un especial énfasis en el coeficiente beta ya que es el elemento básico sobre el que versa este trabajo.

Y, por último, se introducirá el concepto y uso de los índices bursátiles pasando, posteriormente, a analizar el uso, cálculo y componentes del índice *Dow Jones Industrial Average*, que se usará como medida representativa del mercado y de cuyos componentes se analizarán las betas.

## 2.1. *Capital Asset Pricing Model*

El modelo de valoración de activos financieros, más conocido por su abreviatura del inglés CAPM, es un modelo utilizado muy frecuentemente en la economía financiera, que fue diseñado de forma simultánea por Jack L. Treynor, William Sharpe, John Lintner y Jan Mossin. Por el cual, William Sharpe recibió el premio nobel de economía en 1990 (junto a Merton Miller y Harry Markowitz) por su contribución al campo de la economía financiera.

De acuerdo con el IIMR, *Investment Management Certificate Official Training Manual*, el CAPM fue desarrollado en la década de los sesenta a partir de la teoría moderna de carteras por teóricos de las finanzas académicas. A pesar de tan denostado, el modelo sigue siendo quizás la herramienta más popular para cuantificar y medir el riesgo de la renta variable en los círculos académicos y de la industria de la inversión en los EE.UU., pero es menos popular entre la comunidad de inversores de Reino Unido. El principal atractivo del CAPM es la sencillez de sus predicciones. Sin embargo, según los detractores del modelo, la sencillez se logra a expensas de una visión realista de cómo funcionan los mercados financieros.

El modelo CAPM determina la rentabilidad de un determinado activo, siendo ésta proporcional a su riesgo sistemático, no guardando ninguna relación con el componente de riesgo no sistemático, es decir, siendo el activo agregado a una cartera de inversión adecuadamente diversificada.

El riesgo sistemático, también es conocido como riesgo de mercado o no diversificable, ya que afecta a todo el mercado y, por tanto, al estar todas las empresas dentro del mercado afecta de la misma forma a todas ellas. En cambio, el riesgo no sistemático, conocido también como riesgo propio o diversificable, es el que afecta de manera individual a las empresas, con total independencia de la evolución del mercado. El riesgo total de un activo, por tanto, viene determinado por la suma de su riesgo sistemático y riesgo no sistemático.

De esta forma, el modelo supone que el mercado sólo recompensa el riesgo sistemático, ya que como se ha comentado el riesgo propio es diversificable y se puede eliminar de cualquier inversión con una adecuada diversificación. Por tanto, la rentabilidad esperada de una empresa i dependerá de la rentabilidad esperada del mercado y de su relación

con la misma, a través de un coeficiente, conocido como beta. La expresión a la que llegan sus autores para establecer dicha relación es la mostrada a continuación:

$$E(r_i) = r_f + \beta_i(E(r_m) - r_f)$$

donde:

$E(r_i)$  es la rentabilidad esperada de la empresa  $i$  según la expresión del modelo CAPM.

$r_f$  es la rentabilidad del activo libre de riesgo.

$r_m$  es la rentabilidad de la cartera de mercado.

$(E(r_m) - r_f)$  es la prima de riesgo del mercado, o rentabilidad extra que el mercado proporciona como diferencia respecto de la rentabilidad del activo libre de riesgo.

$\beta_i$  es la medida del riesgo sistemático de la empresa  $i$ .

Como se observa, si se reescribe el modelo con la rentabilidad libre de riesgo al otro lado de la ecuación, se puede observar una relación lineal entre la rentabilidad de la empresa  $i$  y la rentabilidad del mercado; y que dicha relación viene definida por el coeficiente  $\beta_i$ . Es decir, dicho coeficiente establece una relación lineal entre la rentabilidad en exceso de la empresa  $i$  y la rentabilidad en exceso del mercado o prima de riesgo.

En dicho modelo, se estima un único parámetro,  $\beta_i$ , a partir de información conocida: la rentabilidad histórica de la empresa  $i$ , la rentabilidad histórica del mercado, utilizando para ésta la dada por un índice representativo del mercado ya que representa un porcentaje significativo del mismo, y la rentabilidad histórica del activo libre de riesgo, utilizando para ésta la proporcionada por la deuda pública.

Como se ha visto el coeficiente  $\beta_i$ , es la pendiente de una recta que relaciona la rentabilidad en exceso de la empresa  $i$  con la prima de riesgo del mercado, pero la recta de regresión obtenida no suele representar de manera adecuada la relación entre los mismos. Por consecuencia, en 1968, Jensen, M.C. amplía el modelo ya expuesto añadiendo una constante, conocida como coeficiente alfa de Jensen,  $\alpha_i$ :

$$E(r_i) - r_f = \alpha_i + \beta_i(E(r_m) - r_f)$$

Dicho coeficiente,  $\alpha_i$ , mide la rentabilidad extraordinaria obtenida por la empresa  $i$  sobre su rentabilidad teórica o ajustada al riesgo. Es decir, es una rentabilidad independiente a

los movimientos del mercado, también denominada rentabilidad extraordinaria ajustada al riesgo.

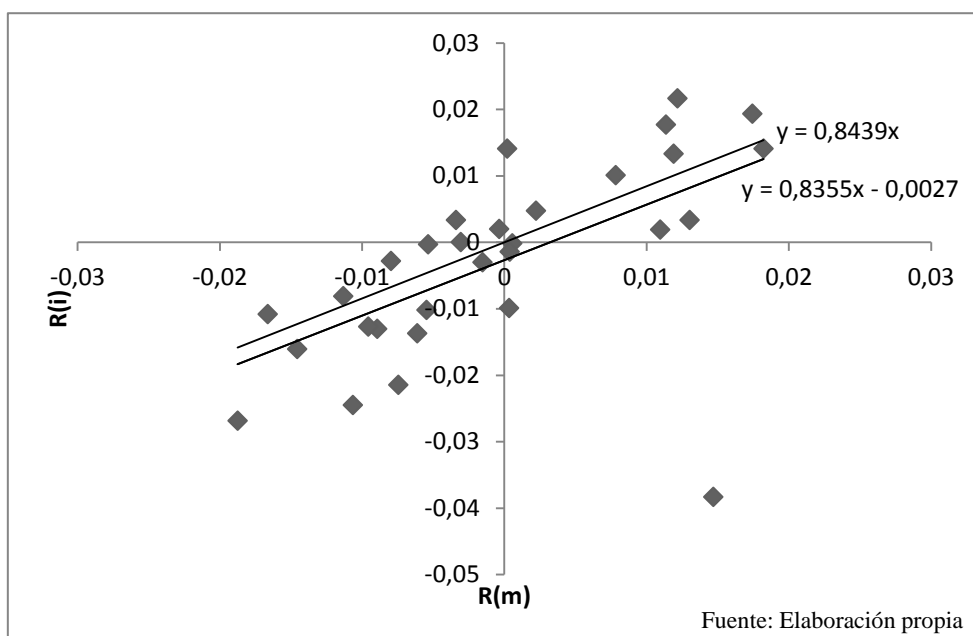
Por tanto, con este índice se muestra si un gestor es mejor que el resto del mercado. Si esto es así, siendo  $\alpha$  la rentabilidad obtenida en la cartera  $i$  debe ser positiva y estadísticamente significativa para que el gestor haya obtenido una adecuada performance. Los principales problemas de este índice son que se puede tener un gran sesgo derivado de la no identificación del estilo de gestión de la cartera y que no permite identificar la contribución de la asignación de activos en carteras mixtas, Sánchez, M. (1998).

El coeficiente alfa se calcula mediante un modelo de regresión por mínimos cuadrados:

$$\alpha_i = \bar{r}_i - \beta_i \bar{r}_m$$

Mediante el siguiente ejemplo, en el que se representa gráficamente las rentabilidades del *Dow Jones Industrial Average*, siendo la rentabilidad del mercado, y las rentabilidades de American Express, siendo la rentabilidad del título, en un periodo dado, se podrá obtener una mejor comprensión del uso y significado de los coeficientes beta y alfa.

**Ilustración 1: Representación de la dispersión de las rentabilidades del Dow Jones Industrial Average y American Express.**



Se puede observar como en la primera expresión que aparece en el gráfico ( $y=0,8439x$ ) el 0,8439 corresponde al valor del coeficiente beta, representando la pendiente de la

recta, ya que se trata de una regresión lineal. Este coeficiente beta representa, en este caso, la relación de la rentabilidad de la empresa American Express con la rentabilidad del mercado.

En la siguiente expresión, al incorporar en la misma el coeficiente alfa de Jensen, se obtiene una recta definida por la siguiente expresión,  $y=0,8355x-0,0027$ , la cual se encuentra más ajustada a la nube de puntos, de esta forma siendo más representativa que la anterior. El término independiente alfa es una rentabilidad independiente al mercado y, por tanto, el título siempre tendrá dicha rentabilidad con independencia a lo que ocurra en el mercado.

Según los principios del modelo CAPM, el coeficiente alfa de un título o cartera debería ser cero en todos los casos, asumiendo con ello que el mercado es eficiente. Esto es debido a lo comentado anteriormente, en el que el mercado sólo recompensa el riesgo sistemático, medido a través del coeficiente beta, por tanto, ninguna cartera ni título podrá obtener una rentabilidad extraordinaria positiva, sin posibilidad de obtener una rentabilidad adicional sobre dicha beta. Por tanto, cuando se estima el modelo CAPM a través de un modelo de regresión simple, habitualmente el alfa no será estadísticamente significativa.

Volviendo a retomar el riesgo sistemático y no sistemático de un activo, resulta de interés conocer qué porcentaje de riesgo se puede clasificar como tal. El riesgo sistemático se mide a través del coeficiente  $R^2$ , también denominado coeficiente de determinación de la regresión, que explica el grado de relación entre los rendimientos del título y el mercado, es decir, el porcentaje de la variación de la rentabilidad de un activo que explica la variable de la rentabilidad del mercado.

Al remunerar el mercado solamente el riesgo sistemático, serán preferibles aquellos títulos que tengan un elevado porcentaje de riesgo sistemático frente a no sistemático. Por lo tanto, se buscarán aquellos que tengan un mayor  $R^2$ , el cual varía dentro del rango 0-1 (ó 0%-100%), de forma que cuanto más ajustado es el modelo más próximo es su valor a 1, en cambio, cuanto mayor es el error que se cometen en las estimaciones, más alejados de la recta están los puntos observados y más próximo será su valor a 0.

Para su cálculo de forma analítica, se parte del modelo de mercado de Sharpe (1963), que pone de relieve el hecho de que la rentabilidad de un activo está integrada por un

componente correlacionado con el mercado y por otro residual, sin relación con aquél. La expresión es la siguiente:

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sigma_{\varepsilon_i}^2$$

donde:

$\sigma_i^2$  es la varianza de los rendimientos de la empresa  $i$  (cartera  $i$ ) o riesgo total.

$\sigma_m^2$  es la varianza de la prima de riesgo del mercado.

$\beta_i^2 \sigma_m^2$  es el riesgo sistemático.

$\sigma_{\varepsilon_i}^2$  es la varianza de los residuos de la empresa  $i$  (cartera  $i$ ) o riesgo no sistemático.

Por tanto, la forma de calcular el porcentaje que representa el riesgo sistemático del riesgo total o  $R^2$  viene dado por la siguiente expresión:

$$R^2 = \frac{\beta_i^2 \sigma_m^2}{\sigma_i^2}$$

En los modelos de regresión simple, la expresión anterior es equivalente al cuadrado del coeficiente de correlación entre la rentabilidad del mercado y rentabilidad de la empresa  $i$ .

$$R^2 = \rho_{im}^2 = \left( \frac{\sigma_{im}}{\sigma_i \sigma_m} \right)^2 = \frac{\sigma_{im}^2}{\sigma_i^2 \sigma_m^2}$$

donde:

$\rho_{im}$  es el coeficiente de correlación entre la rentabilidad del mercado y la rentabilidad de la empresa  $i$  (cartera  $i$ ).

$\sigma_{im}$  es la covarianza entre la rentabilidad del mercado y la rentabilidad de la empresa  $i$  (cartera  $i$ ).

$\sigma_i$  es la desviación típica de la rentabilidad de la empresa  $i$  (cartera  $i$ ).

$\sigma_m$  es la desviación típica de entre la rentabilidad del mercado.

Desarrollando la componente de riesgo sistemático y haciendo uso de la expresión de cálculo del coeficiente beta, que se explica posteriormente en el trabajo, se llega a la igualdad siguiente:

$$\frac{\beta_i^2 \sigma_m^2}{\sigma_i^2} = \frac{\left(\frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2}\right)^2 \sigma_m^2}{\sigma_i^2} = \frac{\frac{\sigma_{im}^2}{\sigma_m^4} \sigma_m^2}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_{im}^2}{\sigma_i^2 \sigma_m^2}$$

Demostrando de esta forma, que ambas expresiones son equivalentes a la hora de calcular el porcentaje de riesgo sistemático de un título o  $R^2$ .

Cabe añadir, que el modelo asume varios aspectos importantes sobre los inversores y los mercados para que se cumplan los puntos comentados anteriormente, Brentani, C. (2004):

- Todos los inversores tienen expectativas homogéneas. Es decir, que todos los inversores tienen las mismas perspectivas sobre la rentabilidad futura de los activos.
- Los inversores son adversos al riesgo y exigen un mayor rendimiento para una inversión más arriesgada (binomio rentabilidad-riesgo). Base de la teoría moderna de carteras, definido por Markowitz, Harry M. (1952).
- Puesto que los inversores pueden diversificar, estos sólo se preocupan por el riesgo sistemático de cualquier activo.
- El mercado no ofrece ninguna recompensa por acarrear riesgos diversificables.
- Los inversores pueden invertir y tomar prestado a la tasa libre de riesgo.
- No hay impuestos y costes de transacción.
- Todos los inversores tienen el mismo horizonte temporal.



## 2.2. El coeficiente beta

En el anterior apartado se ha realizado una introducción al modelo CAPM y en la cual ya se ha expuesto lo que supone el coeficiente beta dentro del modelo. Debido a que el coeficiente beta es el elemento principal sobre el que versa este TFM, se hace necesario desarrollar un apartado propio para analizar más en detalle las características de este coeficiente.

Como se ha ido comentando, el coeficiente  $\beta_i$  mide la elasticidad de los rendimientos en exceso de la empresa  $i$  frente a los movimientos del mercado. Por cada incremento unitario en la prima, la rentabilidad en exceso de la empresa se incrementa en  $\beta_i$ ; y por cada decremento unitario en la prima, la rentabilidad en exceso de la empresa decrece en  $\beta_i$ . Por tanto, se puede realizar una clasificación del coeficiente beta en tres tipos diferentes según el valor del mismo:

- $\beta_i > 1$ , implica que los rendimientos de la empresa  $i$  sobredimensionan los movimientos del mercado. También se le denomina como beta agresiva y sería conveniente para épocas expansivas del mercado.
- $\beta_i = 1$ , implica que los rendimientos de la empresa  $i$  son iguales a los movimientos del mercado. También se le denomina como beta neutra.
- $\beta_i < 1$ , implica que los rendimientos de la empresa  $i$  amortiguan los movimientos del mercado. También se le denomina como beta defensiva y sería conveniente para épocas contractivas del mercado.

El coeficiente beta junto con la volatilidad, son dos conceptos que permiten medir el riesgo de una inversión, pero que no por ello significan o expresan lo mismo. La beta informa del riesgo sistemático de la empresa, es decir, la volatilidad en los rendimientos de la empresa que depende de la volatilidad en los rendimientos del mercado y del coeficiente  $\beta_i$  de la empresa  $i$ . Mientras que, por otro lado, la volatilidad (definido por Markowitz como la varianza o desviación típica de sus rendimientos) mide el riesgo total, es decir, la suma del riesgo sistemático y no sistemático. Así pues, la diferencia entre beta y volatilidad es el riesgo no sistemático, el cual se elimina formando una cartera adecuadamente diversificada.

Tal y como se ha venido comentando, beta es un indicador del riesgo sistemático de un título, por tanto, cuanto mayor sea el valor de beta, mayor será el riesgo sistemático de un título, e inversamente. No obstante, según Soldevilla (1982), esta conclusión debe

tomarse con ciertas precauciones, puesto que la línea de regresión se construye en función de datos anteriores al momento de la decisión. De donde las betas representan la volatilidad histórica del título, pero las condiciones del mercado pueden cambiar y tener otras expectativas distintas a las pasadas. El pronóstico basado en una proyección del pasado al futuro, tiene grandes riesgos de no verificarse por el cambio de los supuestos en los que se elaboró. Las decisiones de inversión con incertidumbre sería otro planteamiento al modelo de mercado. Por este motivo, un requisito esencial para utilizar la beta en la obtención del riesgo futuro de un activo financiero es que posea capacidad de predicción. Por ello, su utilidad será mayor cuanto más estable sea su valor en el tiempo.

Aunque mucha de la literatura que versa sobre la beta, entre ellos, Fernández y Carabias (2007) exponen que es un grave error utilizar las betas calculadas con datos históricos para obtener la rentabilidad exigida a las acciones o para medir la gestión de una cartera de valores. Por distintas razones:

- Cambian mucho de un día para otro.
- Dependen de qué índice bursátil se tome como referencia.
- Dependen mucho de qué período histórico (5 años, 3 años,...) se utilice para su cálculo.
- Dependen de qué rentabilidades (semanales, mensuales, anuales) se utilicen para su cálculo.
- No sabemos, con frecuencia, si la beta de una empresa es superior o inferior a la beta de otra empresa.
- Tienen muy poca relación con la rentabilidad posterior de las acciones.
- La correlación (y el  $R^2$ ) de las regresiones que se utilizan para su cálculo son muy pequeñas.

El coeficiente  $\beta_i$  se calcula mediante un modelo de regresión por mínimos cuadrados por medio de la siguiente expresión:

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2}$$

donde:

$\sigma_{im}$  es la covarianza entre la rentabilidad en exceso de la empresa  $i$  (cartera  $i$ ) y la prima de riesgo de mercado.

$\sigma_m^2$  es la varianza de la prima de riesgo del mercado.

O también se podría calcular mediante la siguiente expresión, que está derivada de la anterior fórmula:

$$\beta_i = \rho_{im} \frac{\sigma_i}{\sigma_m}$$

donde:

$\rho_{im}$  es el coeficiente de correlación entre la rentabilidad en exceso de la empresa  $i$  (cartera  $i$ ) y la prima de riesgo de mercado.

$\sigma_i$  es la desviación típica de la rentabilidad en exceso de la empresa  $i$  (cartera  $i$ ).

$\sigma_m$  es la desviación típica de la prima de riesgo del mercado.

Aunque debido a una de las propiedades de la varianza y la covarianza, se puede utilizar para su cálculo directamente la rentabilidad propia de la empresa o cartera y la rentabilidad del mercado y no su exceso o prima. Esto es así, ya que la varianza de una constante es cero, por tanto, no afecta y se puede eliminar del cálculo de la covarianza o la varianza.

En el caso de querer calcular la beta de una cartera compuesta por  $N$  títulos, ésta se calcula mediante la multiplicación de cada beta por el respectivo peso que supone cada título en la cartera, es decir, la beta de una cartera es la media ponderada de las betas de los títulos individuales. Ésta viene definida mediante la siguiente expresión:

$$\beta_p = \sum_{i=1}^N w_i \beta_i$$

Además, es necesario conocer si el coeficiente beta es estadísticamente distinto de uno. Por lo que se debe realizar un contraste de hipótesis:

$$H_0: \beta = 1$$

$$H_1: \beta \neq 1$$

Se debe obtener el estadístico  $t$  y, posteriormente, compararlo con el valor de  $t$  en tablas, lo que nos permitirá con un nivel de confianza requerido (usualmente el 95%) determinar si el coeficiente  $b$  es estadísticamente distinto de 1. El estadístico  $t$  se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$t = \frac{E(\beta_i) - 1}{se_{\beta_i}}$$

donde:

$E(\beta_i)$  es la estimación del coeficiente beta.

$se_{\beta_i}$  es el error estándar de la estimación del coeficiente beta.

Cuando el estadístico  $t$  sea mayor que el valor de  $t$  en tablas, se rechazará la hipótesis nula, por lo que el coeficiente beta será estadísticamente significativo a un nivel de confianza dado. En el caso de que el estadístico  $t$  sea inferior al valor de  $t$  en tablas, no se podrá rechazar la hipótesis nula, por tanto, el coeficiente beta será estadísticamente igual a 1 a un nivel de confianza dado.

Por último, cabe volver a resaltar que el número y frecuencia de los datos afecta a la estimación del coeficiente beta en el modelo CAPM, es decir, que el número de observaciones utilizadas para su estimación o la selección de rendimientos mensuales, semanales, diarios... afecta a la estimación del coeficiente beta pudiendo obtener estimaciones diversas según el número y frecuencia seleccionados. Además, el coeficiente beta evoluciona en el tiempo no siendo un parámetro constante, en este TFM se tratará de observar y dar respuesta a dicha evolución del coeficiente beta.

Por ejemplo, resulta habitual obtener betas más próximas a la beta real cuando empleamos datos históricos semanales en lugar de diarios. Esto es así porque en *timeframes* inferiores se puede observar una mayor aleatoriedad en los rendimientos que la que se constata en horizontes temporales mayores.

### 2.3. Índice bursátil

Un índice bursátil es un parámetro calculado estadísticamente para reflejar la evolución en el tiempo de los precios de las acciones que cotizan en la Bolsa, es decir, es un indicador del movimiento de la cotización de las principales acciones que cotizan en el mercado y es representativo de la evolución del mercado o de un segmento del mismo. Como consecuencia, los índices bursátiles tienen como principales objetivos los siguientes:

- Ser un indicador de la evolución de un mercado.
- Servir de referencia o *benchmark* para la gestión del patrimonio profesional o personal, de tal forma que permita evaluar si se ha realizado mejor que el mercado.
- Servir de subyacente para determinados instrumentos financieros derivados, como futuros, opciones, *warrants* y contratos por diferencias.

Para la selección de que títulos incluir para su cálculo, normalmente se suelen seguir distintos criterios según el índice. Los criterios más seguidos son la capitalización bursátil, la frecuencia de cotización, el volumen de contratación tanto nominal como efectivo y el diferencial entre precios de compra y de venta, entre otros.

Una vez seleccionados los títulos a incluir en el índice bursátil, estos se pueden ponderar de diversas formas, donde en la actualidad destacan dos, que son la ponderación por capitalización bursátil dando más peso a las compañías con una mayor capitalización o ponderar de forma igualitaria, es decir, equiponderar a todas las empresas independientemente del valor de sus acciones y de la cantidad de las mismas.

Los índices bursátiles pueden agruparse en diversas modalidades si se atiende a sus distintas características:

- Según el momento que se toma de referencias.
  - Índices de base fija, hacen referencia a un momento determinado de tiempo.
  - Índices de base variable, se relacionan cotizaciones en momentos consecutivos.
- Según los valores que incorpora.
  - Índices generales, representan una media de la variación de todos los títulos que cotizan en el mercado.

- Índices sectoriales o parciales, incorporan sólo valores de un determinado sector o grupo económico.
- Según el tiempo tomado para su construcción.
  - Índices cortos, su duración es el año natural.
  - Índices largos, contruidos de forma continua en el tiempo.
- Según su objeto de representación.
  - Índices de precios, miden la variación de la cotización de los valores tanto general como individualmente.
  - Índices de rendimientos, incluyen, además de las variaciones de las cotizaciones, los dividendos recibidos.
  - Índices deflactados, se tiene en cuenta el índice de precios al consumo como deflactor.

#### 2.4. *Dow Jones Industrial Average*

El análisis de la estabilidad de la beta se va a realizar sobre el *Dow Jones Industrial Average*, conocido por sus siglas DJIA, por tanto, se hace necesario una pequeña introducción sobre que representa, su forma de cálculo, componentes... del mismo.

El DJIA es un índice que representa a grandes compañías y muy conocidas de los Estados Unidos de América. Este índice abarca todas las industrias, excepto los transportes y servicios públicos.

La selección de acciones que forma a pasar parte del índice no se rige por reglas cuantitativas, en general una acción sólo es añadida si la compañía tiene excelente reputación, presenta crecimiento sostenido y atrae el interés de un gran número de inversores. A cargo de esta selección se encuentra encargado un Comité de Promedios que conforman el Director Editorial del *Wall Street Journal*, el jefe de investigación de Dow Jones Indexes y el jefe de investigación de CME Group.

Actualmente, el DJIA está compuesto por las siguientes 30 compañías: 3M (MMM), American Express (AXP), Apple (AAPL), Boeing (BA), Caterpillar (CAT), Chevron (CVX), Cisco (CSCO), Coca-Cola (KO), Disney (DIS), E. I. du Pont de Nemours and Co (DD), Exxon Mobil (XOM), General Electric (GE), Goldman Sachs (GS), Home Depot (HD), IBM (IBM), Intel (INTC), Johnson & Johnson (JNJ), JPMorgan Chase (JPM), McDonald's (MCD), Merck (MRK), Microsoft (MSFT), Nike (NKE), Pfizer (PFE), Procter & Gamble (PG), Travelers Companies Inc (TRV), United Technologies (UTX), UnitedHealth Group (UNH), Verizon Communications (VZ), Visa (V) y Wal-Mart (WMT).

Esta composición sólo se revisa cuando resulta necesario. En aras de la continuidad, los cambios en la composición del índice son poco frecuentes y ocurren generalmente después de adquisiciones corporativas u otros cambios drásticos en el negocio fundamental de una compañía componente. Cuando tal evento obliga al reemplazo de una componente, se revisa el índice completo. Como resultado de ello, a menudo se implementan simultáneamente varios cambios de las componentes.

Cuando se creó inicialmente el DJIA se calcularon sus valores simplemente sumando los precios de las acciones y dividiéndolos entre el número de componentes. En la actualidad, el divisor se ajusta para reducir el efecto de fraccionamientos de acciones y otras modificaciones en la composición. Como se observa en la siguiente fórmula del

cálculo del DJIA, éste se pondera según el precio, no reflejando el cambio porcentual en el precio de una acción.

$$DJIA = \frac{\sum_{n=1}^{30} P_n}{Divisor}$$

donde:

$P_n$  es el precio de la acción  $n$ .

*Divisor* es el resultado de dividir la nueva suma de precios entre el índice cuando se hayan producido cambios en el índice, sino se mantiene constante.

El cálculo del DJIA comenzó el 26 de mayo de 1896, estando disponibles las versiones del retorno de precio y del retorno total, calculándose esta última con dividendos brutos reinvertidos.

En la actualidad, el porcentaje que representa cada compañía en el índice se muestra en la siguiente tabla:



**Tabla 1: Ponderación de cada compañía en el Dow Jones Industrial Average.**

<b>Nº</b>	<b>Siglas</b>	<b>Compañía</b>	<b>Ponderación (%)</b>
1	GS	Goldman Sachs	7,81
2	IBM	IBM	6,29
3	MMM	3M	5,81
4	BA	Boeing	5,45
5	AAPL	Apple	4,67
6	UNH	UnitedHealth Group	4,55
7	DIS	Disney	4,39
8	HD	Home Depot	4,27
9	NKE	Nike	4,18
10	UTX	United Technologies	4,15
11	TRV	Travelers Companies Inc	3,80
12	JNJ	Johnson & Johnson	3,73
13	MCD	McDonalds	3,66
14	CVX	Chevron	3,52
15	CAT	Caterpillar	3,11
16	XOM	Exxon Mobil	3,06
17	PG	Procter & Gamble	3,04
18	AXP	American Express	2,92
19	WMT	Wal Mart	2,75
20	V	Visa	2,58
21	JPM	JPMorgan Chase	2,53
22	DD	E. I. du Pont de Nemours and Co	2,21
23	MRK	Merck	2,15
24	VZ	Verizon Communications	1,75
25	MSFT	Microsoft	1,69
26	KO	Coca-Cola	1,51
27	PFE	Pfizer	1,29
28	INTC	Intel	1,10
29	CSCO	Cisco Systems	1,03
30	GE	General Electric	0,98

Fuente: Elaboración propia a partir de información de S&P Dow Jones Indices LLC.

### 3. Análisis de la estabilidad de la beta: metodología y resultados

Una vez realizada la introducción a la teoría necesaria para comprender los conceptos y parámetros a tratar, en este apartado se va a establecer la metodología y los resultados obtenidos en cuanto a la estabilidad del coeficiente beta.

En primer lugar, se van a establecer los datos y fechas sobre los cuales se va a trabajar, así como la forma de calcular los rendimientos de los títulos necesarios para posteriormente trabajar con el coeficiente beta.

Una vez establecidos y calculados los rendimientos, se presentará el coeficiente beta y el  $R^2$  de los títulos, aportando una primera aproximación mucho más numérica que la vista en el apartado anterior.

A continuación, entrando en lo más fundamental del trabajo, se analizará la estabilidad del coeficiente beta y del porcentaje de riesgo sistemático de los títulos individualmente a lo largo del tiempo manteniendo constante la ventana temporal. Seguidamente, se analizará la estabilidad del coeficiente beta de los títulos individualmente variando la ventana temporal de los datos.

Posteriormente, se analizará la estabilidad del coeficiente beta de carteras formadas por los títulos componentes del DJIA.

Por último, se realizarán distintas carteras formadas por distinto número de títulos para analizar la estabilidad de las betas de las carteras según el número de títulos que conforman la cartera.

### 3.1. Obtención de la rentabilidad

Antes de comenzar el cálculo y análisis de resultados cabe comentar sobre qué datos se va a trabajar. Como se ha venido desarrollando a lo largo del TFM, como rentabilidad del mercado se va a utilizar el índice DJIA y se van a calcular las betas de cada componente del mismo.

Debido a la falta de datos en 2 compañías del total (Apple y Visa), finalmente la muestra la compondrán las 28 compañías restantes. Además, cabe mencionar que en el momento en que se obtuvieron los datos formaba parte del DJIA, AT&T, Inc. (T), en vez de Goldman Sachs, por tanto, se estudiará la primera empresa de ellas.

Para el cálculo de las betas de los diferentes componentes del DJIA, es necesario partir de las cotizaciones de los mismos. Por tanto, se han obtenido a través de Yahoo Finanzas las cotizaciones diarias de las compañías desde el 26 de marzo de 1990 hasta el 11 de febrero de 2015, así como del valor diario del DJIA. De esta forma, se tienen 6271 datos para cada compañía, de los cuales se calcula su rentabilidad diaria, obteniendo 6270 rentabilidades por compañía, ya que para el cálculo de la beta se relaciona las rentabilidades de cada título y del mercado como se ha ido exponiendo.

Para el cálculo de la rentabilidad se ha utilizado el uso de la expresión de la rentabilidad continua, también denominada rentabilidad geométrica. De esta forma, se supera el problema de la no aditividad de los rendimientos, permitiendo el cálculo de la rentabilidad para un periodo completo a partir de la suma de los rendimientos de cada subperiodo en los que se haya dividido. La fórmula utilizada ha sido la siguiente:

$$R_t = \ln \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right)$$

donde:

$R_t$  es la rentabilidad del título o índice en el momento  $t$ .

$P_t$  es el precio del título o valor del índice en el momento  $t$ .

$P_{t-1}$  es el precio del título o valor del índice en el momento  $t-1$ .

Como ya se comentó en el anterior apartado, el uso de rentabilidades diarias, semanales, mensuales..., es decir, la frecuencia de los datos podía proporcionar diferentes valores para las betas obtenidas. En este caso, al no ser objetivo del TFM la variación de dicha frecuencia, se utilizarán datos diarios, como usualmente se suele realizar en este tipo de

estudios, para poder obtener un mayor número de betas calculadas para activo y, por tanto, una mayor muestra.

### 3.2. Presentación de la $\beta$ y $R^2$

Una vez ya se han obtenido las rentabilidades para el DJIA y cada uno de sus componentes, se puede proceder al cálculo de las betas y el estudio de su estabilidad. Adicionalmente, también se calculará y analizará el porcentaje de riesgo sistemático,  $R^2$ , para obtener información adicional referente al nivel explicativo que tiene la rentabilidad del mercado en el movimiento de la rentabilidad de cada título o cartera.

Con el fin de establecer un primer acercamiento al aspecto más numérico, se van a calcular, de la forma definida en el apartado introductorio, los coeficientes betas y el porcentaje de riesgo sistemático para cada uno de los títulos pertenecientes al DJIA en el periodo de tiempo de la totalidad de los datos obtenidos, es decir, desde el 26 de marzo de 1990 hasta el 11 de febrero de 2015.

**Tabla 2:  $\beta$  y  $R^2$  de los componentes del Dow Jones Industrial Average.**

<b>Título</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b><math>R^2</math></b>
<i>JPM</i>	1,54318619	0,44950648
<i>AXP</i>	1,49134303	0,50451536
<i>CSCO</i>	1,33425873	0,24847269
<i>INTC</i>	1,26999858	0,30595988
<i>CAT</i>	1,2347055	0,42578106
<i>GE</i>	1,22634863	0,54652148
<i>HD</i>	1,16020786	0,37369646
<i>DD</i>	1,13446239	0,48117008
<i>DIS</i>	1,12079645	0,3994966
<i>MSFT</i>	1,09850607	0,32668249
<i>UTX</i>	1,08966145	0,4808166
<i>BA</i>	1,05867576	0,35782579
<i>DJIA</i>	1	1
<i>IBM</i>	0,96985673	0,34639565
<i>TRV</i>	0,96709457	0,34641403
<i>NKE</i>	0,91435728	0,2208959
<i>MMM</i>	0,91116776	0,45649724
<i>UNH</i>	0,87602517	0,15003784
<i>MRK</i>	0,85354418	0,27402489
<i>PFE</i>	0,85269529	0,28223291
<i>XOM</i>	0,85153563	0,38948973
<i>WMT</i>	0,8500715	0,29792763
<i>CVX</i>	0,8471142	0,35429887
<i>T</i>	0,81627972	0,28547764
<i>VZ</i>	0,76061698	0,26171994
<i>KO</i>	0,71767885	0,28441759
<i>MCD</i>	0,71379546	0,24588005
<i>PG</i>	0,70778935	0,27513673
<i>JNJ</i>	0,67106041	0,27758505

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior aparecen calculadas los coeficientes beta y el porcentaje de riesgo sistemático o  $R^2$  para cada título perteneciente al DJIA ordenados de mayor a menor según su valor de beta.

Se observa que hay 12 títulos con una beta superior a 1 (JPM, AXP, CSCO, INTC, CAT, GE, HD, DD, DIS, MSFT, UTX y BA), esto quiere decir que estos títulos sobreaccionan al mercado, es decir, los movimientos de la rentabilidad en dichos títulos serán superiores al que se observe en el DJIA, ya sea de crecimiento o de

decrecimiento. También cabe mencionar que cuanto más superior sea la beta a 1, mucho mayor será la sobre-reacción del título, siendo preferibles dichos títulos en épocas alcistas.

Los 16 de los 28 títulos restantes analizados tienen una beta inferior a 1 (IBM, TRV, NKE, MMM, UNH, MRK, PFE, XOM, WMT, CVX, T, VZ, KO, MCD, PG y JNJ), esto dice que sufren una reacción inferior a la de mercado, es decir, los movimientos en la rentabilidad de los títulos serán inferiores al que se dé en el DJIA, ya sea de crecimiento o de decrecimiento. Vuelve a ser de interés remarcar que cuanto más inferior sea la beta a 1, más inferior será la reacción del título, siendo preferibles dichos títulos en épocas bajistas.

En el cálculo, también se ha añadido la beta del DJIA, la cual es igual a la unidad. Esto es debido a que se están relacionando las mismas rentabilidades, por tanto, al ser exactos los movimientos que se comparan, tienen una relación exacta.

Por último, respecto al coeficiente beta, cabe resaltar que en los casos analizados, los rendimientos de los títulos siempre seguirán la misma dirección que el rendimiento del DJIA, ya que su beta es positiva, es decir, la pendiente de la recta es creciente. Para que las rentabilidades de los títulos fuesen contrarias a los rendimientos del DJIA, el coeficiente beta debería tener un valor negativo.

El  $R^2$ , en este caso, representa el porcentaje de la variación de la rentabilidad de un título que es explicado por la variación de la rentabilidad del DJIA, es decir, el porcentaje de riesgo sistemático. Como ya se comentó en el apartado anterior, serán preferibles los títulos que mayor  $R^2$  tengan, ya que el mercado sólo remunera el riesgo sistemático. Este valor varía en el rango 0-1, por tanto, serán preferibles los que más próximos se encuentren al valor unitario.

En este caso los títulos que mayor porcentaje de riesgo sistemático muestran son GE (0,546), AXP (0,504), DD (0,481) y UTX (0,480) y los que menos son UNH (0,150), NKE (0,220), MCD (0,245) y CSCO (0,248). Es de interés observar como existe diferencia a lo que acontece en el IBEX-35, donde los 5 primeros títulos tienen una elevada  $R^2$ , pudiendo replicar el índice con sólo esos 5 títulos. Esto tiene explicación en las formaciones de los índices, ya que para la formación del *Dow Jones Industrial Average* es por el precio de cada título, como se ha explicado previamente, mientras que la formación del IBEX-35 es mediante capitalización, donde las empresas más

capitalizadas tienen una mayor repercusión en el índice, viéndose reflejado este suceso en su porcentaje de riesgo sistemático.

Vuelve a ser de interés comentar el caso del índice DJIA, en el que el valor de  $R^2$  es igual a la unidad, como ya sucedía con el coeficiente beta. Esto es debido a que los movimientos del DJIA son explicados al 100% por sus mismos movimientos, ya que estos son exactamente iguales al ser los mismos. Por tanto, es consecuente y lógico que el valor sea igual a 1.



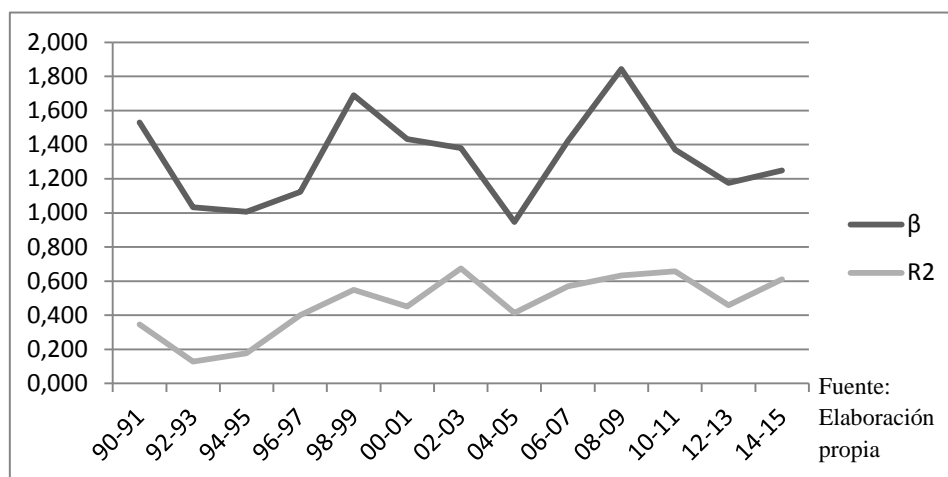
### 3.3. Estabilidad de la $\beta$ en ventanas temporales de 2 años

En este apartado, se va a analizar la estabilidad del coeficiente beta de los títulos pertenecientes al DJIA realizando ventanas temporales de 2 años. Estas ventanas temporales estarán compuestas aproximadamente de unas 500 rentabilidades cada una, ya que durante un año, un título cotiza aproximadamente 250-252 días debido a festivos y fines de semana donde la bolsa permanece cerrada.

Al tener los rendimientos desde el 26 de marzo de 1990 hasta el 11 de febrero de 2015, se van a obtener las betas de 13 periodos no solapados de dos años cada uno, de las cuales, posteriormente, se analizará su evolución, promedio y desviación típica principalmente. Del mismo modo, también se analizará su porcentaje de riesgo sistemático o  $R^2$ . Por tanto, los gráficos de este apartado corresponderán a la evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de cada uno de los títulos estudiados del DJIA. Las betas y  $R^2$  calculadas para cada título y periodo se muestran en el apartado de anexos en la *Tabla 11:  $\beta$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 2 años* y en la *Tabla 12:  $R^2$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 2 años*, respectivamente.

*American Express (AXP)*

**Ilustración 2: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de American Express**

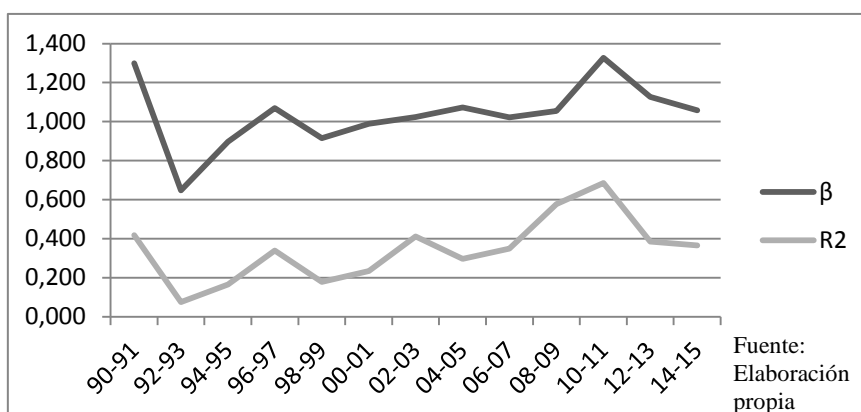


En el gráfico se observa una elevada variabilidad del coeficiente beta de AXP, el cual en promedio tiene una beta agresiva (1,323), pero en el que hay periodos donde llega a tener una beta inferior a 1. Esto da lugar a una desviación típica de 0,259, que es de las más elevadas de los títulos analizados.

Una mayor estabilidad se observa en cuanto al porcentaje de riesgo sistemático, donde se mantiene en una ventana entre el 40-67%, aunque en los periodos más antiguos se observa un  $R^2$  bastante reducido. Esto da lugar a un  $R^2$  de 0,467. En este caso su desviación típica es de 0,167, manteniéndose en una situación media a los demás títulos.

*Boeing (BA)*

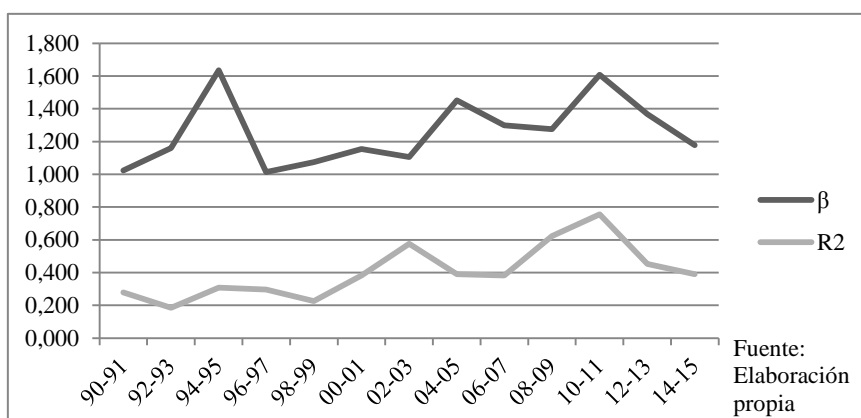
**Ilustración 3: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Boeing**



En BA se observa una evolución similar de ambos parámetros, donde se observa una evolución creciente con dos grandes desviaciones en los periodos de 92-93 y 10-11. El coeficiente beta tiene un valor promedio de 1,039 considerándose como neutra y una desviación típica no muy elevada de 0,165, aunque sin los dos picos comentados sería bastante menor. El porcentaje de riesgo sistemático tiene un valor promedio de 0,344 y una desviación típica de 0,159.

*Caterpillar (CAT)*

**Ilustración 4: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Caterpillar**



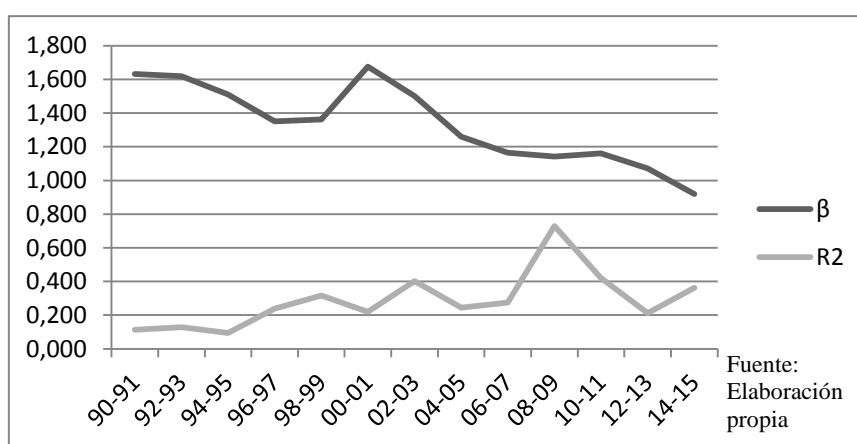
La  $\beta$  de CAT se muestra claramente agresiva con un valor promedio de 1,257 donde los valores de los periodos más antiguos hacen que esta beta aún no sea más agresiva. Cabe

añadir, que se observa una elevada variabilidad, sobre todo en los periodos más antiguos, dando lugar a una desviación típica de 0,199.

Respecto al  $R^2$  se observa una clara tendencia ascendente en el tiempo aunque con un leve descenso en los periodos más recientes, dando lugar a un promedio de 0,403. Se observa una desviación típica considerada normal (0,157) respecto a los demás títulos.

*Cisco (CSCO)*

**Ilustración 5: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Cisco**

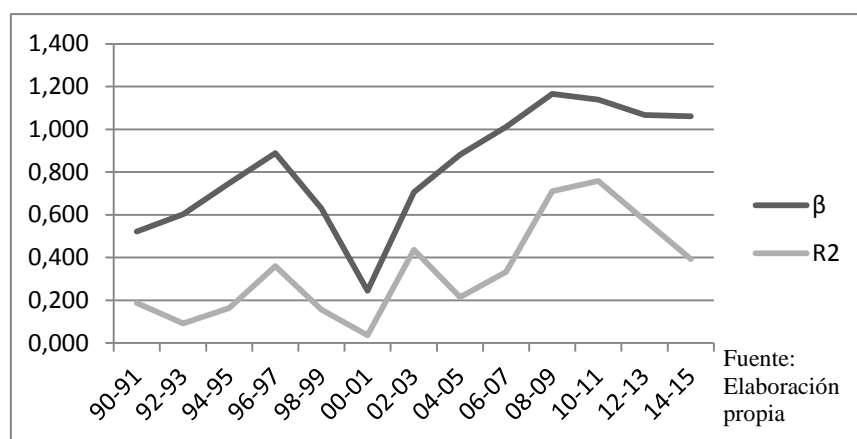


Respecto a la evolución del coeficiente beta de CSCO, se muestra una tendencia claramente descendente, donde ha pasado de ser una beta claramente agresiva, a encontrarse en una situación de beta neutra. Esto da lugar a una beta promedio de 1,336 y una desviación típica superior a la media de 0,23.

En cuanto al  $R^2$  se mantiene más o menos constante entre el 10-40%, excepto por el periodo de 08-09. Esto da lugar a un  $R^2$  promedio de 0,289 y desviación típica de 0,161.

*Chevron (CVX)*

**Ilustración 6: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Chevron**

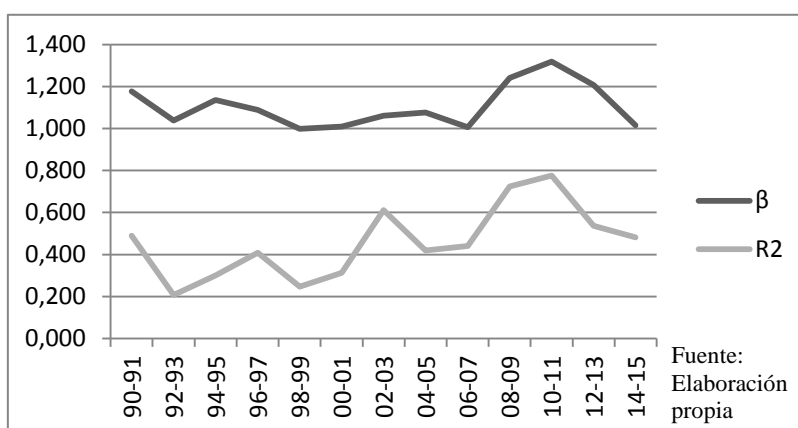


La tendencia de la evolución del coeficiente beta de CVX es ascendente, aunque con una elevada variabilidad en su valor, siendo el segundo mayor título en cuanto a su desviación típica, siendo ésta de 0,264. Ha pasado de ser un título claramente defensivo a tener un valor superior a 1 en los últimos periodos analizados, esto ha dado lugar a un valor promedio de la beta de 0,82.

El  $R^2$  muestra una evolución muy similar a la observada en el coeficiente beta. En este aspecto, es el título con mayor variabilidad de todos con una desviación típica de 0,221 y un valor promedio de 0,339.

*E. I. du Pont de Nemours and Co (DD)*

**Ilustración 7: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de E.I. du Pont de Nemours and Co**

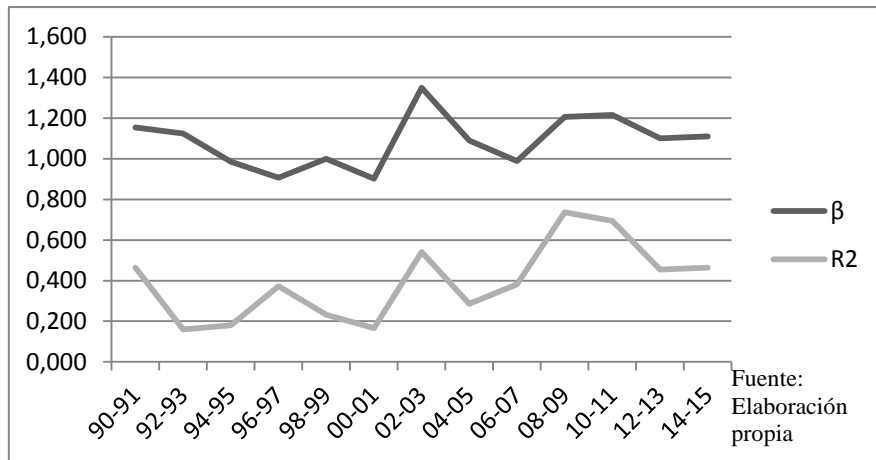


La evolución de DD es bastante constante respecto a la beta, teniendo un valor promedio de 1,105 donde sólo se observa una desviación importante en el periodo 08-09. Por este motivo, se obtiene una de las desviaciones típicas más bajas de entre todos los títulos analizados (0,099).

Respecto al porcentaje de riesgo sistemático, se observa una evolución creciente, dando lugar a uno de los títulos con mayor valor de  $R^2$  (0,458). En cuanto a su variabilidad promedio, se observa un valor ajustado de 0,166.

Disney (DIS)

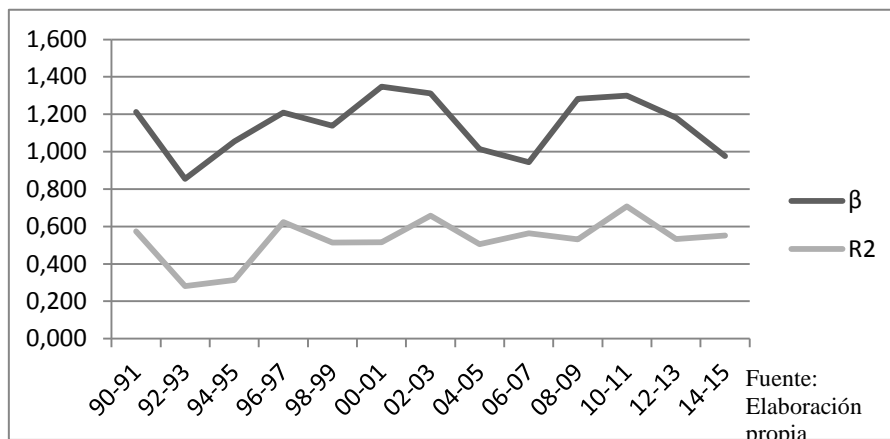
**Ilustración 8: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Disney**



La evolución del coeficiente beta de DIS es bastante constante, teniendo una beta promedio neutra con un valor de 1,086 y como se ha comentado una variabilidad bastante reducida, dando como resultado una desviación típica promedio de 0,124. Por otra parte, la  $R^2$  muestra una evolución ascendente durante todo el periodo estudiado. Dando lugar a un valor promedio de 0,394 y una desviación típica promedio de 0,182.

General Electric (GE)

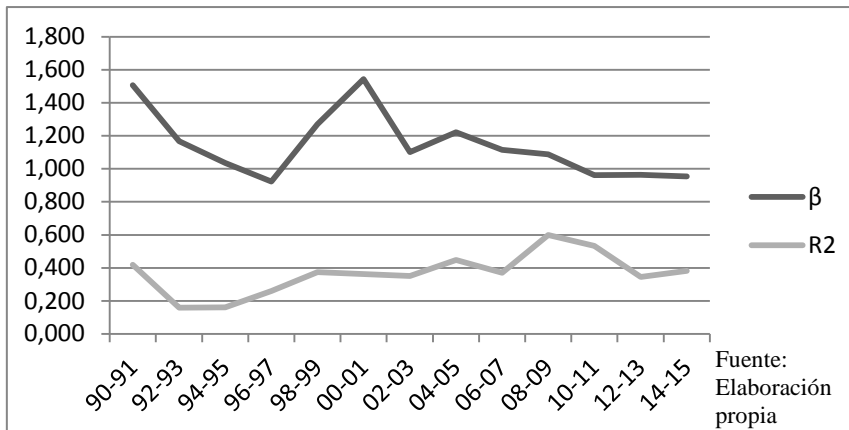
**Ilustración 9: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de General Electric**



La evolución de GE tanto de la beta como del porcentaje de riesgo sistemático es bastante pareja, siendo bastante constante en ambos casos. Esto da lugar a un valor promedio de la beta de 1,14 y de la  $R^2$  de 0,529, siendo en este caso el que mayor valor tiene de todos los estudiados. Como se ha comentado su variabilidad es bastante reducida teniendo como valores promedio 0,152 y 0,114, respectivamente.

Home Depot (HD)

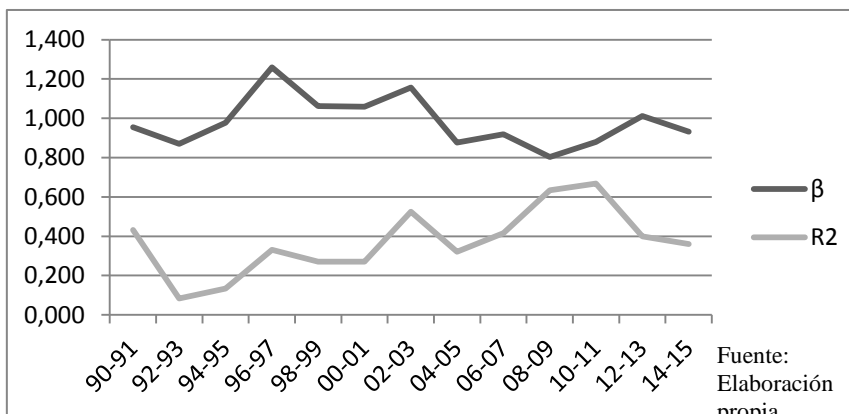
**Ilustración 10: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Home Depot**



La evolución de la beta y  $R^2$  son inversas en el caso de HD. En el caso del coeficiente beta se observa una tendencia descendente, pasando de ser una beta agresiva a ser una beta neutra, dando como resultado promedio 1,142. En cambio, la  $R^2$  muestra una tendencia ascendente con un valor promedio de 0,366. La desviación típica, en ambos casos, se encuentra en la media de los demás títulos siendo de 0,193 y de 0,12, respectivamente.

IBM (IBM)

**Ilustración 11: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de IBM**

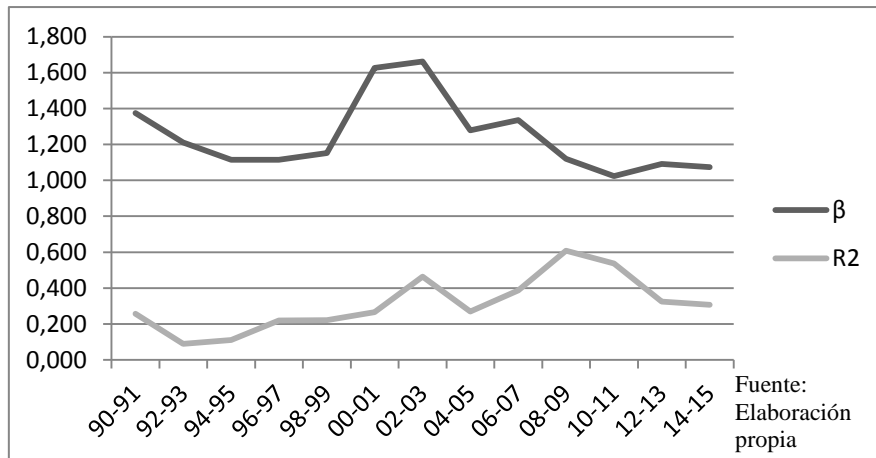


La evolución de la  $\beta$  de IBM es bastante constante aunque con una pequeña tendencia descendente. Tiene como resultado promedio 0,981, correspondiendo a un coeficiente beta neutro y una desviación típica de 0,122, siendo un valor bastante reducido.

En cuanto al  $R^2$  muestra una evolución inversa a la de la beta, siendo ésta creciente. Tiene como resultado promedio un valor de 0,372 y una desviación típica de 0,164, encontrándose en la media de todos los títulos.

*Intel (INTC)*

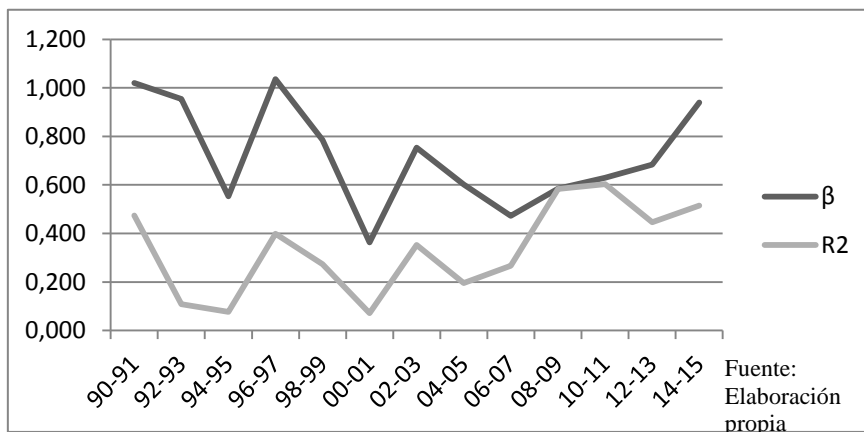
**Ilustración 12: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Intel**



La evolución del coeficiente beta de INTC muestra una clara evolución descendente, en el que sólo hay un elevado crecimiento en el periodo 98-99. Da lugar a una beta agresiva con valor promedio de 1,224 y con una desviación típica bastante elevada de 0,197. En cambio, el porcentaje de riesgo sistemático muestra una evolución ascendente con un valor promedio de 0,313 y una desviación típica de 0,147.

*Johnson & Johnson (JNJ)*

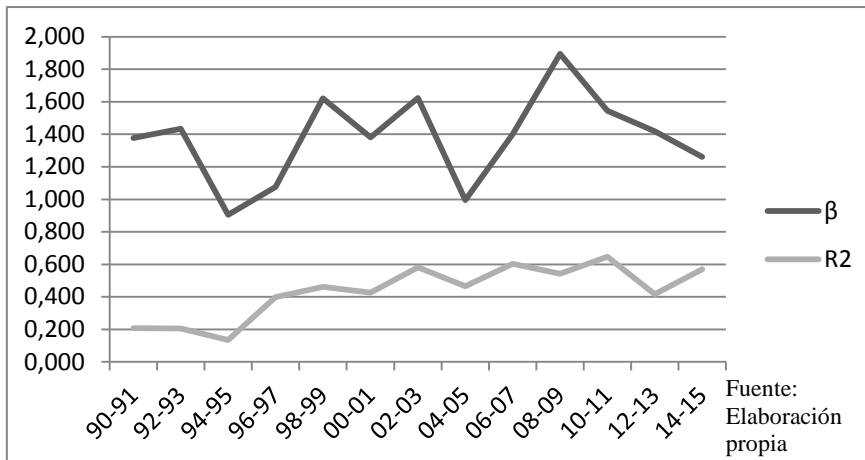
**Ilustración 13: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Johnson & Johnson**



En cuanto a la beta de JNJ, es la más defensiva de todos los títulos analizados del DJIA, con un valor promedio de 0,721. También cabe destacar que es de las que muestran una mayor variabilidad debido al valor de su desviación típica (0,207). El  $R^2$  promedio es bastante reducido con un valor de 0,335, también mostrando una elevada variabilidad con una desviación típica de 0,179.

*JPMorgan Chase (JPM)*

**Ilustración 14: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de JPMorgan Chase**

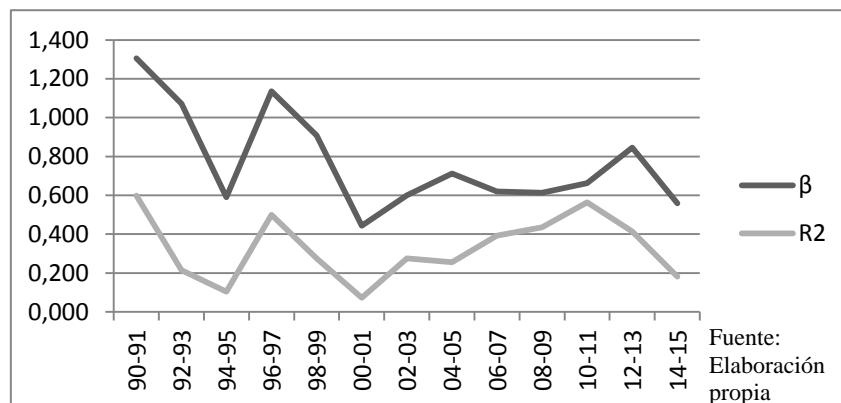


La evolución de la beta en el caso de JPM ha sido muy inconstante, siendo de este modo el segundo título de los analizados que mayor variabilidad muestra con un valor en la desviación típica de 0,262. Además, cabe añadir que obtiene un valor promedio de 1,37 correspondiendo este valor al de una beta agresiva.

Respecto al porcentaje de riesgo sistemático, ocurre todo lo contrario siendo un valor bastante constante con una leve tendencia ascendente. Tiene un valor promedio de 0,435 y una desviación típica de 0,157.

*Coca-Cola (KO)*

**Ilustración 15: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Coca-Cola**

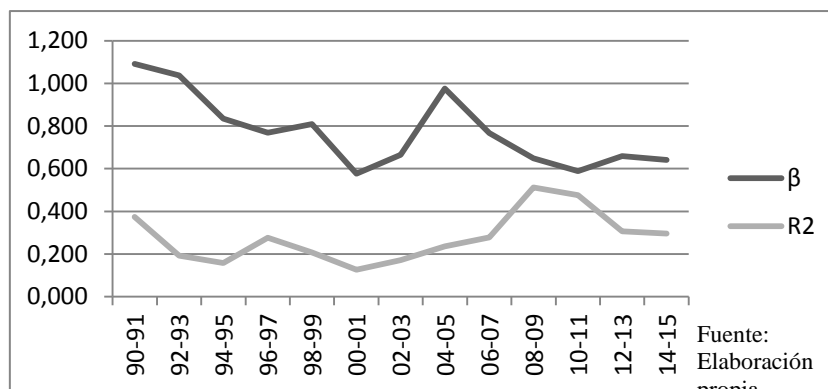


KO muestra una gran similitud en la evolución del coeficiente beta y  $R^2$ , en el que muestra una elevada variabilidad en los primeros años analizados y manteniéndose mucho más constante a partir de la mitad. La beta se puede considerar como defensiva (0,774), con una desviación típica de las más elevadas 0,249. El  $R^2$  tiene un valor promedio de 0,329 y una desviación típica de 0,162.



### McDonald's (MCD)

**Ilustración 16: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de McDonald's**



En la evolución del coeficiente beta de MCD se observa una clara evolución descendente, estando siempre el valor de beta por debajo de la unidad excepto en la primera ventana temporal de dos años estudiada, de este modo se obtiene una beta promedio defensiva de 0,774. Siendo su desviación típica de 0,163.

El  $R^2$ , en cambio, permanece más constante excepto por una evolución ascendente en la mitad de los periodos analizados. Esto da como resultado un valor promedio de 0,278 y una desviación típica de 0,113.

### 3M (MMM)

**Ilustración 17: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de 3M**

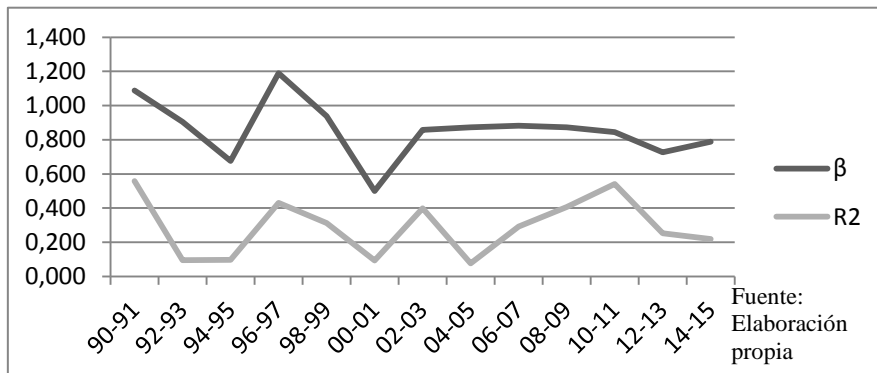


La evolución de la beta de MMM es bastante constante, aunque muestra una pequeña evolución creciente, ya que pasa de ser una beta defensiva en los primeros periodos a una beta neutra en los últimos. Esto da como resultado promedio una beta de 0,932 y una variabilidad medida por la desviación típica de 0,109, siendo en este aspecto la que menor variabilidad muestra de todos los títulos.

Al contrario sucede en el  $R^2$  donde existe una gran variabilidad, ya que su desviación típica es de 0,181. Además muestra un resultado promedio de 0,457 siendo de los valores más elevados encontrados en este aspecto.

*Merck (MRK)*

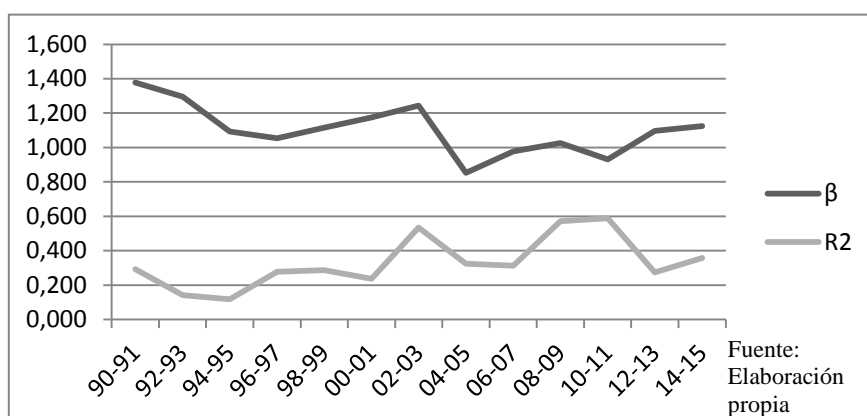
**Ilustración 18: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Merck**



El coeficiente beta promedio de MRK da 0,857 resultando una beta neutra. La principal dispersión encontrada en este valor viene dada por los primeros años, ya que a partir del periodo 02-03 se muestra como uno de los títulos más estables respecto a la beta. Esto da como resultado de la desviación típica 0,165. En cuanto al  $R^2$ , muestra una mayor variabilidad (0,163), además de ser uno de los títulos con menor valor promedio ya que éste resulta de 0,289.

*Microsoft (MSFT)*

**Ilustración 19: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Microsoft**

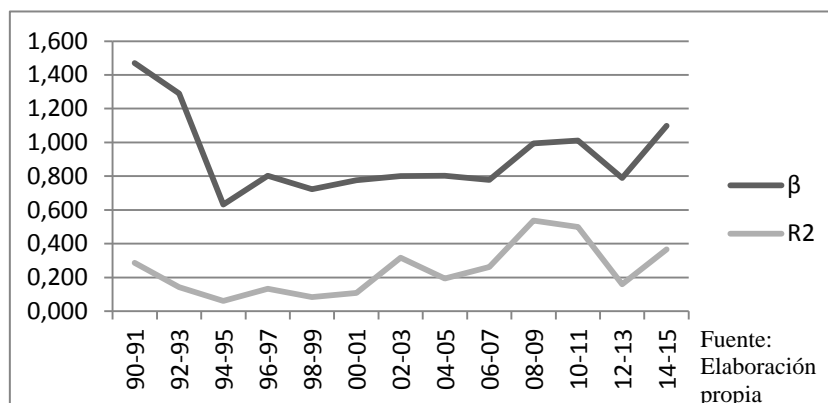


El coeficiente beta de MSFT muestra una evolución bastante estable dando como resultado una desviación típica de las más bajas de los títulos analizados (0,140). Su beta promedio se puede considerar como agresiva-neutra ya que tiene un valor de 1,105.

Por otro lado su  $R^2$ , muestra una tendencia ascendente con un valor promedio de 0,332 y una desviación típica de 0,143.

*Nike (NKE)*

**Ilustración 20: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Nike**

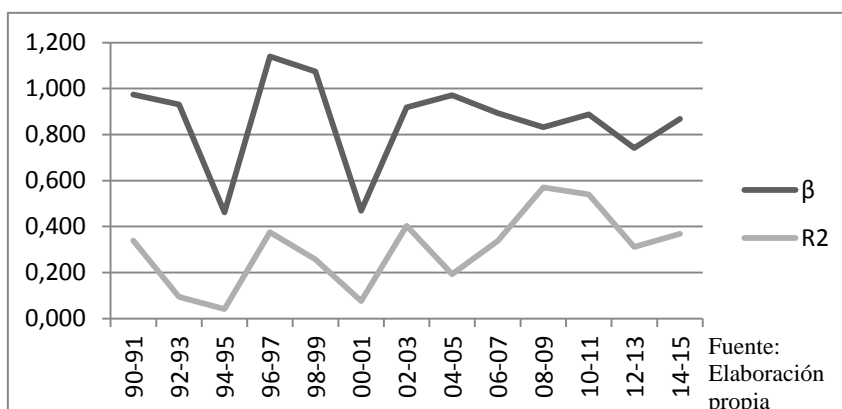


En la evolución de la beta de NKE se puede observar en los primeros periodos un descenso drástico de su beta, pasando de ser una beta claramente agresiva a pasar a ser defensiva. En cambio, durante el resto de los periodos se ha mantenido bastante constante. Esto da como resultado promedio un valor de 0,92 y una desviación típica de 0,233.

Respecto al porcentaje de riesgo sistemático, se observa un valor bastante bajo, respecto a los demás títulos, en la mayoría de periodos dando como resultado promedio 0,242 y una desviación típica de 0,148.

*Pfizer (PFE)*

**Ilustración 21: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Pfizer**

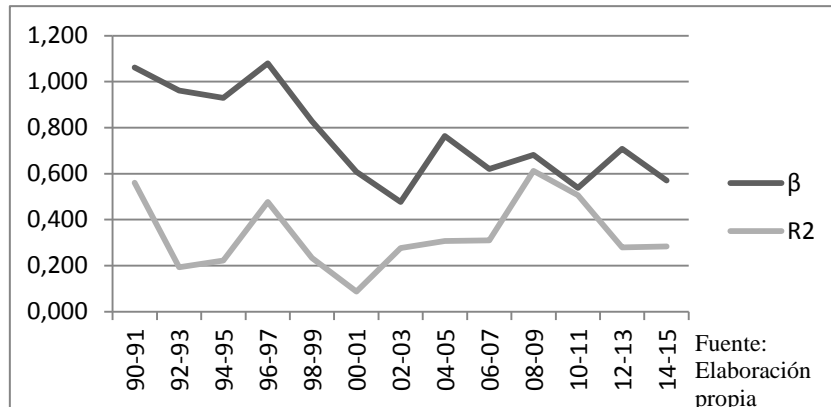


En la evolución del coeficiente de PFE, se observa claramente dos periodos claramente diferenciados, el primero donde se observa una elevada variabilidad de la beta y el

segundo en el que se mantiene más o menos constante en torno a los valores de 0,8-1. Esto da como resultado promedio una beta de 0,859 correspondiendo a una beta neutra ese valor. Por otro lado, el  $R^2$  muestra dispersión durante todos los periodos analizados aunque con un valor bastante reducido lo que hace disminuir su desviación típica a 0,159. Cabe añadir que tiene un valor promedio de 0,3.

*Procter & Gamble (PG)*

**Ilustración 22: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Procter & Gamble**

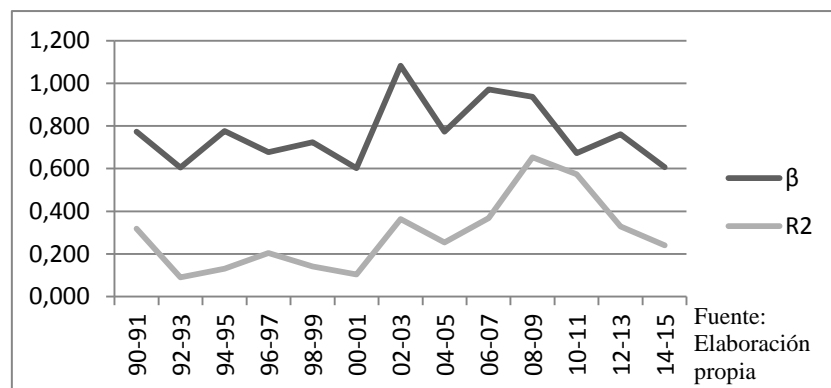


La evolución de la beta de PG muestra claramente una tendencia descendente donde pasa de ser una beta neutra a ser defensiva. El valor promedio obtenido de la misma es de 0,756, además es de los valores que muestra una menor estabilidad ya que tiene una desviación típica de 0,193.

En cuanto al  $R^2$ , también se observa una estabilidad similar a la de los demás títulos analizados, teniendo un valor promedio de 0,334 y una desviación típica de 0,15.

*AT&T, Inc. (T)*

**Ilustración 23: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de AT&T, Inc.**



El valor promedio de la beta de T da como resultado una beta defensiva con valor de 0,766. Además, no muestra una elevada desestabilidad obteniendo un valor de la

desviación típica de 0,144. Respecto al  $R^2$ , se observa una evolución creciente aunque con un decrecimiento en los últimos periodos. Esto da como resultado promedio un valor promedio de 0,29 y una desviación típica de 0,166.

*Travelers Companies Inc. (TRV)*

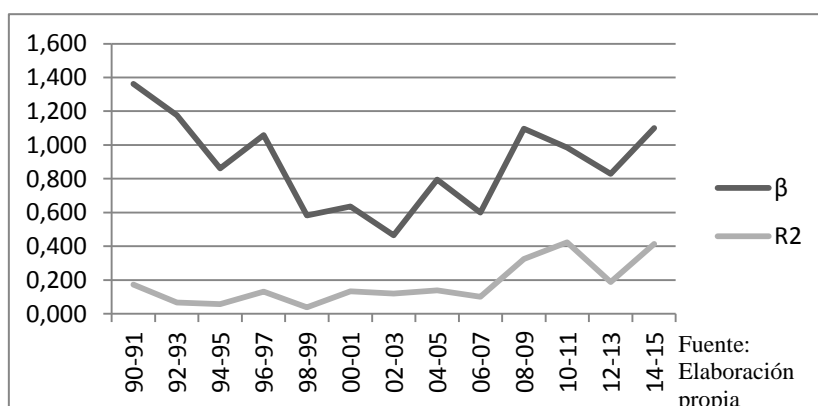
**Ilustración 24: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Travelers Companies Inc.**



Tanto la beta como el  $R^2$  de TRV muestran una evolución ascendente similar y con un pequeño decrecimiento en los últimos periodos analizados. La beta muestra un valor promedio de 0,865 resultando una beta defensiva y una desviación típica de 0,209. El  $R^2$  obtiene un valor promedio de 0,327 y una desviación típica de 0,156.

*UnitedHealth Group (UNH)*

**Ilustración 25: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de UnitedHealth Group**



La evolución de la beta de UNH muestra bastante inestabilidad mostrando dos periodos claramente diferenciados, el primero con una tendencia descendente y el segundo con una evolución ascendente pero sin llegar a niveles de los primeros periodos. Esto da como resultado un valor promedio de 0,888 dando lugar a una beta defensiva y una desviación típica de 0,258 siendo de las mayores de todos los títulos analizados.

Respecto al R2, se obtiene el menor porcentaje de riesgo sistemático para todos los títulos analizados del DJIA, siendo éste de 0,178. Además, muestra una desviación típica de 0,124, siendo también de los valores más bajos de entre todos los valores.

*United Technologies (UTX)*

**Ilustración 26: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de United Technologies**

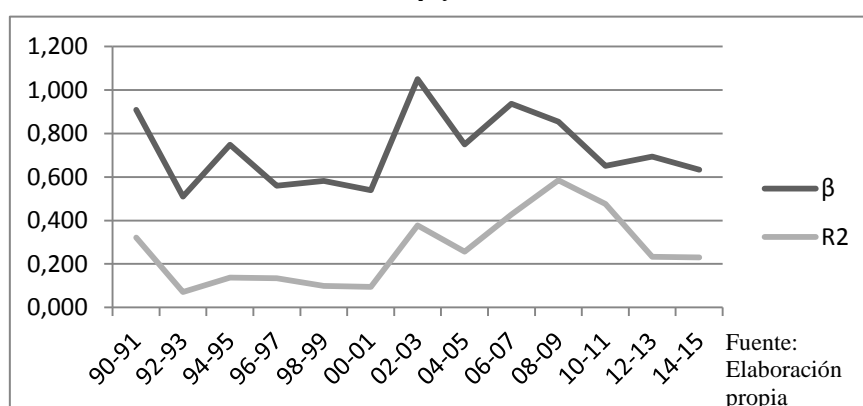


La evolución de la beta de UTX es bastante constante manteniéndose alrededor de los valores de una beta neutra, esto da como resultado un valor promedio de 1,07 y una desviación típica de 0,113 siendo de las más bajas de los títulos estudiados.

En tanto del porcentaje de riesgo sistemático, se observa una evolución ascendente, esto da como resultado uno de los mayores valores promedios de entre todos los analizados (0,47) y una desviación típica de 0,182.

*Verizon Communications (VZ)*

**Ilustración 27: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Verizon Communications**

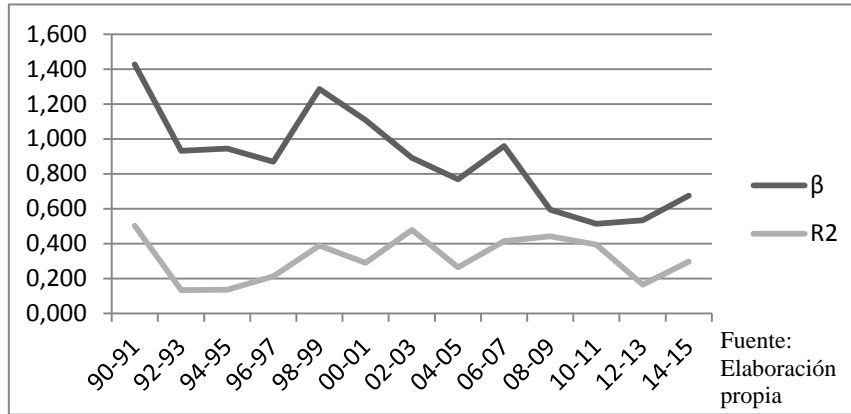


Tanto la evolución de la beta como del R2 es bastante inestable en VZ. El primero tiene como resultado promedio 0,724 resultando de esta forma una beta defensiva, el segundo obtiene como valor promedio 0,265, el cual es un valor bastante reducido comparado

con los demás títulos. Respecto a la variabilidad, tienen una desviación típica de 0,163 y 0,156, respectivamente.

*Wal-Mart (WMT)*

**Ilustración 28: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Wal-Mart**

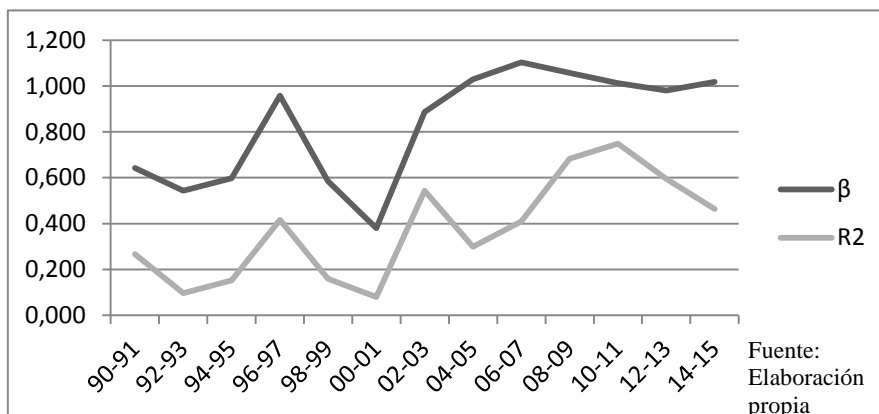


La evolución del coeficiente  $\beta$  de WMT es descendente, con un valor promedio de 0,884 correspondiendo este valor al de una beta defensiva. Además, tiene una desviación típica de 0,266 que es el mayor valor de entre todos los títulos analizados, por tanto, es el valor con menor estabilidad en su beta.

Respecto al  $R^2$ , se mantiene constante en un rango entre 0,13-0,5 dando como resultado promedio 0,317 y una desviación típica de 0,124.

*Exxon Mobil (XOM)*

**Ilustración 29: Evolución de la  $\beta$  y  $R^2$  de Exxon Mobil**



La evolución del coeficiente beta de XOM es bastante inestable, de ahí que sea uno de los títulos que mayor desviación típica tienen (0,234). Además, cabe comentar que tiene una beta promedio de 0,83 resultando una beta defensiva. Por otro lado, el  $R^2$  también

muestra una gran desviación, obteniendo una desviación típica de 0,214, siendo de los títulos con mayor desviación. Su valor promedio obtenido es de 0,378.

Con el fin de obtener una visión global de todos los títulos se incluye a continuación la siguiente tabla, en la que se expresa para el coeficiente beta y el  $R^2$  el promedio, desviación típica y un pequeño gráfico con la evolución de cada uno de los títulos para ventanas temporales de 2 años.



**Tabla 3: Promedio, desviación típica y evolución de  $\beta$  y  $R^2$  de los componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 2 años**

	$\beta$	$\sigma$	Evolución	$R^2$	$\sigma$	Evolución
AXP	1,323	0,259		0,467	0,168	
BA	1,039	0,165		0,345	0,159	
CAT	1,257	0,199		0,403	0,157	
CSCO	1,336	0,230		0,289	0,162	
CVX	0,820	0,264		0,339	0,221	
DD	1,105	0,099		0,458	0,166	
DIS	1,086	0,124		0,395	0,183	
GE	1,140	0,152		0,529	0,114	
HD	1,142	0,193		0,366	0,121	
IBM	0,981	0,122		0,372	0,164	
INTC	1,244	0,197		0,313	0,147	
JNJ	0,721	0,207		0,336	0,179	
JPM	1,379	0,262		0,435	0,157	
KO	0,774	0,249		0,330	0,162	
MCD	0,774	0,163		0,278	0,113	
MMM	0,932	0,109		0,458	0,181	
MRK	0,857	0,165		0,290	0,163	
MSFT	1,105	0,140		0,332	0,143	
NKE	0,920	0,233		0,242	0,148	
PFE	0,859	0,193		0,300	0,159	
PG	0,756	0,193		0,334	0,150	
T	0,766	0,144		0,290	0,166	
TRV	0,865	0,209		0,327	0,156	
UNH	0,888	0,258		0,178	0,124	
UTX	1,070	0,113		0,470	0,182	
VZ	0,724	0,163		0,265	0,156	
WMT	0,884	0,266		0,317	0,124	
XOM	0,830	0,234		0,378	0,214	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se contempla que los títulos con betas mayores que 1 (AXP, JPM, CSCO, CAT, INTC, HD, GE, DD, MSFT, DIS, UTX y BA) son los mismos títulos que calculando las betas con el conjunto total del periodo analizado, las cuales están calculadas en la tabla 2. Suceso normal, ya que se trata del promedio de las distintas betas de los diferentes subperiodos calculados. Además, por lo general, se observan betas menores que en el cálculo del periodo completo. Estando comprendido el valor de la beta promedio de los títulos más ofensivos entre [1,323-1,039]. Por tanto, los títulos con betas defensivas, esto es, menores que 1 (IBM, MMM, NKE, UNH, WMT, TRV,

PFE, MRK, XOM, CVX, KO, MCD, T, PG, VZ y JNJ) también son los mismos que los calculados con el periodo completo. El valor de la beta promedio para ventanas temporales de 2 años de los títulos defensivos está comprendido entre [0,981-0,721].

Lo positivo de haber estudiado diferentes subperiodos a realizar un estudio del periodo completo, nos permite un primer análisis de la estabilidad de la beta mediante el cálculo de la desviación típica de las betas de los diferentes periodos analizados.

Se observa una variabilidad que oscila entre [0,266-0,099] correspondiendo las desviaciones más altas a los títulos de WMT (0,266), CVX (0,264), JPM (0,262) y AXP (0,259), y, por tanto, siendo los títulos que han mantenido una beta menos estable y que ha sufrido mayores variaciones en los distintos periodos. En cambio, los títulos que han mantenido una mayor estabilidad, y, en consecuencia, han obtenido un menor valor de las desviación típicas de sus betas son DD (0,099), MMM (0,109), UTX (0,113) y IBM (0,122).

Cabe resaltar que no se ha encontrado ninguna relación, que relacione una mayor/menor beta con una mayor/menor desviación típica, ya que tanto betas agresivas como betas defensivas han obtenidos resultados dispares en cuanto a su estabilidad.

Respecto al  $R^2$ , vuelve a ocurrir como en el caso de la beta, en el que los títulos que muestran mayor porcentaje de riesgo sistemático son los mismos títulos que en el caso del estudio del periodo global, siendo estos, GE (0,529), UTX (0,470), AXP (0,467) y MMM (0,458). Por tanto, los que menor  $R^2$  muestran son los mismos que en el análisis del periodo completo, siendo estos, UNH (0,178), NKE (0,242), VZ (0,265) y MCD (0,278). Aunque existen pequeñas variaciones en sus resultados, se observan valores menos extremos, tanto por los  $R^2$  más elevados como en los más bajos.

Analizando la estabilidad del  $R^2$  de los diferentes subperiodos mediante su desviación típica, ésta oscila entre los valores comprendidos entre [0,221-0,113] observando un intervalo más pequeño de oscilación que en el caso de la variabilidad de la beta. Los títulos con una mayor variabilidad en su  $R^2$  son CVX (0,221), XOM (0,214) y DIS (0,183) y los títulos con una mayor estabilidad en su porcentaje de riesgo sistemático son MCD (0,113), GE (0,114) y HD (0,121).

Como ocurría en el caso de la beta, cabe resaltar que no se ha encontrado ninguna relación, que relacione una mayor/menor  $R^2$  con una mayor/menor desviación típica, ya

que tanto  $R^2$  elevados como bajos han obtenidos resultados dispares en cuanto a su estabilidad.

Por último, se ha de comentar que no se observa ninguna relación directa entre el valor de la beta de un título y su porcentaje de riesgo sistemático, así como ninguna relación entre la estabilidad de las betas y la estabilidad del  $R^2$ .

### 3.4. Estabilidad de la $\beta$ en otras ventanas temporales

Con el fin de dar robustez y poder comparar con el análisis realizado en el apartado anterior, en este apartado se va a analizar la estabilidad del coeficiente beta de los títulos pertenecientes al DJIA realizando ventanas temporales de 3, 4 y 1 años. De esta forma se complementa el análisis anterior, en el que se consideró ventanas temporales de 2 años.

En este caso, realizando ventanas temporales de 3 años se obtendrán 8 periodos distintos y, por tanto, las mismas betas y  $R^2$ , realizando ventanas temporales de 4 años se obtendrán 6 periodos, tantos como betas y  $R^2$  y para ventanas temporales de 1 año se calcularán 25 periodos, obteniendo las mismas betas y  $R^2$ . De ambas ventanas temporales se analizará su evolución, promedio y desviación típica de forma más general al realizado para ventanas temporales de 2 años.

**Tabla 4: Promedio, desviación típica y evolución de  $\beta$  y  $R^2$  de los componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 3 años**

	$\beta$	$\sigma$	Evolución	$R^2$	$\sigma$	Evolución
AXP	1,370	0,228		0,476	0,165	
BA	1,042	0,123		0,352	0,154	
CAT	1,251	0,159		0,413	0,156	
CSCO	1,367	0,215		0,293	0,164	
CVX	0,797	0,271		0,338	0,231	
DD	1,117	0,094		0,466	0,170	
DIS	1,096	0,142		0,405	0,190	
GE	1,168	0,137		0,538	0,113	
HD	1,173	0,168		0,376	0,118	
IBM	0,983	0,108		0,378	0,160	
INTC	1,272	0,207		0,327	0,149	
JNJ	0,695	0,174		0,324	0,172	
JPM	1,426	0,216		0,433	0,156	
KO	0,769	0,253		0,344	0,158	
MCD	0,776	0,163		0,279	0,116	
MMM	0,918	0,091		0,452	0,177	
MRK	0,859	0,150		0,288	0,136	
MSFT	1,107	0,136		0,337	0,139	
NKE	0,918	0,199		0,243	0,140	
PFE	0,847	0,166		0,303	0,161	
PG	0,757	0,197		0,335	0,141	
T	0,793	0,135		0,304	0,169	
TRV	0,884	0,201		0,323	0,161	
UNH	0,863	0,273		0,161	0,111	
UTX	1,083	0,096		0,480	0,189	
VZ	0,757	0,151		0,282	0,153	
WMT	0,924	0,249		0,338	0,102	
XOM	0,816	0,232		0,376	0,219	

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior expresa el coeficiente beta y el  $R^2$  el promedio, desviación típica y un pequeño gráfico con la evolución de cada uno de los títulos para ventanas temporales de 3 años. En la *Tabla 13:  $\beta$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 3 años* y en la *Tabla 14:  $R^2$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 3 años* de los anexos, se pueden ver los valores de cada título y periodo para ventanas temporales de 3 años.

En esta tabla, se observa que los títulos con betas ofensivas, es decir, mayores que 1 (JPM, AXP, CSCO, INTC, CAT, HD, GE, DD, MSFT, DIS, UTX y BA) son los mismos títulos que calculando las betas con el conjunto total del periodo analizado y con las betas promedios de las ventanas temporales de 2 años. Por tanto, los títulos con betas menores que 1 (IBM, WMT, NKE, MMM, TRV, UNH, MRK, PFE, XOM, CVX, T, MCD, KO, PG, VZ y JNJ) también son los mismos que los calculados con el periodo completo y con las betas promedio de las ventanas temporales de 2 años. El valor de la beta promedio para ventanas temporales de 3 años se encuentra comprendido entre [1,426-0,695] observando de esta forma valores más extremos que en el caso de las ventanas temporales de 2 años y pareciéndose más a lo ocurrido en el caso del conjunto total del periodo.

Respecto a la variabilidad de las betas, se observan unos valores que oscilan entre [0,273-0,091] correspondiendo las desviaciones más altas a los títulos de UNH (0,273), CVX (0,271), KO (0,253) y WMT (0,249), por tanto, siendo los títulos que han mantenido una beta menos estable y que ha sufrido mayores variaciones en los distintos periodos. En cambio, los títulos que han mantenido una mayor estabilidad, y, en consecuencia, han obtenido un menor valor de las desviación típicas de sus betas son UTX (0,108), IBM (0,096), DD (0,094) y MMM (0,091). Los títulos más estables se han mantenido respecto a las ventanas temporales de 2 años, no sucediendo lo mismo en el caso de los de mayor variabilidad.

En el caso del  $R^2$ , se obtiene un valor promedio comprendido entre [0,538-0,161], obteniendo valores más extremos que en el caso de ventanas temporales de 2 años, aunque no llegando a los valores para el conjunto del total del periodo. Los títulos que tienen un  $R^2$  mayor son GE (0,538), UTX (0,480), AXP (0,476) y DD (0,466), siendo los tres primeros los mismos que en el caso de las ventanas temporales de 2 años y, por tanto, los mismos que en el estudio del conjunto del periodo. Los títulos que tienen un menor porcentaje de riesgo sistemático son UNH (0,161), NKE (0,243), MCD (0,279) y VZ (0,282), ocurriendo lo mismo que en el primer caso, es decir, que coinciden los títulos de menor  $R^2$  para los diferentes subperiodos analizados.

Al analizar la estabilidad del  $R^2$  de los 8 subperiodos mediante su desviación típica, ésta se encuentra entre los valores [0,231-0,102], observando una mayor amplitud que en el caso de ventanas temporales de 2 años. Los títulos con una mayor variabilidad en su  $R^2$  son CVX (0,231), XOM (0,219) y DIS (0,190) y los títulos con una mayor estabilidad

en su porcentaje de riesgo sistemático son WMT (0,102), UNH (0,111) y GE (0,113). Siendo los primeros los mismos títulos que en el caso para ventanas temporales de 2 años, pero no sucediendo lo mismo en el caso de menor  $R^2$  donde sólo coincide un título.

**Tabla 5: Promedio, desviación típica y evolución de  $\beta$  y  $R^2$  de los componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 4 años**

	$\beta$	$\sigma$	Evolución	$R^2$	$\sigma$	Evolución
AXP	1,403	0,217		0,485	0,148	
BA	1,073	0,101		0,377	0,142	
CAT	1,228	0,156		0,426	0,161	
CSCO	1,384	0,187		0,304	0,158	
CVX	0,801	0,272		0,363	0,234	
DD	1,134	0,094		0,493	0,164	
DIS	1,113	0,134		0,424	0,181	
GE	1,215	0,060		0,551	0,067	
HD	1,161	0,191		0,379	0,107	
IBM	1,000	0,124		0,391	0,151	
INTC	1,273	0,191		0,336	0,146	
JNJ	0,730	0,169		0,341	0,147	
JPM	1,458	0,235		0,433	0,143	
KO	0,800	0,231		0,351	0,116	
MCD	0,756	0,153		0,286	0,108	
MMM	0,910	0,093		0,467	0,163	
MRK	0,886	0,124		0,295	0,092	
MSFT	1,122	0,124		0,353	0,131	
NKE	0,940	0,230		0,261	0,139	
PFE	0,876	0,081		0,314	0,138	
PG	0,760	0,202		0,349	0,126	
T	0,790	0,139		0,316	0,168	
TRV	0,878	0,218		0,329	0,163	
UNH	0,904	0,264		0,173	0,102	
UTX	1,079	0,106		0,496	0,190	
VZ	0,746	0,151		0,287	0,156	
WMT	0,897	0,270		0,330	0,083	
XOM	0,820	0,212		0,401	0,215	

Fuente: Elaboración propia

Al igual que para ventanas temporales de 2 y 3 años, se ha completado la misma tabla para el caso de ventanas temporales de 4 años, en el que aparecen calculados las betas y  $R^2$  promedio de cada uno de los títulos componentes del *Dow Jones Industrial Average*

y desviación típica de los mismos. Las betas y  $R^2$  obtenidas para cada título y periodo aparecen en la *Tabla 15:  $\beta$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 4 años* y la *Tabla 16:  $R^2$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 4 años* situadas en anexos.

Respecto a la beta, en esta ocasión vuelve a ocurrir lo mismo que ha acontecido en las anteriores ocasiones donde las betas ofensivas (JPM, AXP, CSCO, INTC, CAT, GE, HD, DD, MSFT, DIS, UTX y BA) y defensivas (NKE, MMM, UNH, WMT, MRK, TRV, PFE, XOM, CVX, KO, T, PG, MCD, VZ y JNJ) son las mismas que las obtenidas para las diferentes ventanas temporales estudiadas, así como para el conjunto del periodo. Pero en esta ocasión se obtiene una beta neutra, correspondiente a IBM, ya que el resultado de la beta promedio de la misma es 1, esto quiere decir, que replicará la rentabilidad de IBM exactamente a los movimientos de la rentabilidad del mercado. El valor de la beta promedio para ventanas temporales de 4 años se encuentra comprendido entre [1,458-0,73].

En cuanto a la variabilidad de las betas, se observan unos valores que oscilan entre [0,272-0,060] correspondiendo las desviaciones típicas más elevadas a los títulos de CVX (0,272), WMT (0,27), UNH (0,264) y JPM (0,235) y aquellos títulos con una menor variabilidad y, por tanto, una menor desviación típica son GE (0,108), PFE (0,096), MMM (0,094) y DD (0,091). Se observa una variabilidad similar a la analizada en el caso de las ventanas temporales de 3 años.

En el caso del  $R^2$ , se obtienen unos valores promedios comprendidos entre [0,551-0,173], similares a los de las dos anteriores ventanas temporales calculadas. Los títulos con un mayor porcentaje de riesgo sistemático son GE (0,551), UTX (0,496), DD (0,493) y AXP (0,485) y los que menos, UNH (0,173), NKE (0,261), MCD (0,286) y VZ (0,287). En ambos casos coinciden los de mayor y menor  $R^2$  con los obtenidos en el caso de todas las ventanas temporales analizadas, así como para el conjunto del periodo.

Respecto a su estabilidad, estudiada mediante la desviación típica de los 6 subperiodos para cada título, ésta obtienen unos valores comprendidos entre [0,234-0,067], observándose una mayor amplitud a las obtenidas en los casos de ventanas temporales de 2 y 3 años. Los títulos con una mayor variabilidad en su  $R^2$  son CVX (0,234), XOM (0,215) y UTX (0,190), siendo los primeros los mismos títulos que en los casos para ventanas temporales de 2 y 3 años. Y los títulos con una mayor estabilidad en su



porcentaje de riesgo sistemático son GE (0,067), WMT (0,083) y MRK (0,092), coincidiendo sólo GE respecto a las ventanas temporales de 2 y 3 años.

**Tabla 6: Promedio, desviación típica y evolución de  $\beta$  y  $R^2$  de los componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 1 año**

	$\beta$	$\sigma$	Evolución	$R^2$	$\sigma$	Evolución
AXP	1,337	0,334		0,463	0,181	
BA	1,055	0,251		0,349	0,178	
CAT	1,278	0,274		0,408	0,173	
CSCO	1,346	0,282		0,287	0,167	
CVX	0,797	0,276		0,335	0,236	
DD	1,111	0,143		0,455	0,180	
DIS	1,087	0,214		0,396	0,201	
GE	1,149	0,199		0,522	0,138	
HD	1,148	0,232		0,366	0,135	
IBM	0,982	0,140		0,380	0,181	
INTC	1,251	0,225		0,316	0,164	
JNJ	0,712	0,225		0,325	0,187	
JPM	1,393	0,334		0,433	0,164	
KO	0,780	0,264		0,335	0,173	
MCD	0,791	0,209		0,276	0,121	
MMM	0,936	0,130		0,450	0,190	
MRK	0,859	0,206		0,291	0,172	
MSFT	1,100	0,179		0,331	0,162	
NKE	0,914	0,269		0,234	0,152	
PFE	0,851	0,212		0,298	0,184	
PG	0,758	0,226		0,332	0,168	
T	0,773	0,158		0,286	0,166	
TRV	0,870	0,216		0,319	0,156	
UNH	0,872	0,317		0,170	0,122	
UTX	1,073	0,146		0,466	0,195	
VZ	0,736	0,191		0,265	0,157	
WMT	0,892	0,288		0,318	0,145	
XOM	0,807	0,250		0,368	0,225	

Fuente: Elaboración propia

Por último, se procede a analizar las betas promedio y  $R^2$  promedio para ventanas temporales de 1 año, comparando los resultados con los análisis de las demás ventanas temporales. Las betas obtenidas para cada título y periodo se observan en la *Tabla 17:  $\beta$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 1 año* y el porcentaje de riesgo sistemático en la *Tabla 18:  $R^2$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 1 año*.

En el caso de la beta, los títulos ofensivos (JPM, CSCO, AXP, CAT, INTC, GE, HD, DD, MSFT, DIS, UTX y BA) y defensivos (IBM, MMM, NKE, WMT, UNH, TRV, MRK, PFE, XOM, CVX, MCD, KO, T, PG, VZ y JNJ), son los mismos que los analizados en las diferentes ventanas temporales anteriores. El valor de la beta promedio para ventanas temporales de 1 año está comprendido entre [1,393-0,712], aproximándose estos valores más a los de ventanas temporales de 2 años que a las otras ventanas temporales estudiadas.

Respecto a la variabilidad de las betas en los diferentes periodos, se observan unos valores mucho más elevados respecto a las demás ventanas temporales, estos están comprendidos entre [0,334-0,130]. Los títulos que presentan una mayor variabilidad en su beta son JPM (0,334), AXP (0,334), UNH (0,317) y WMT (0,288), y en los que se observa una menor desviación típica son MMM (0,130), IBM (0,140), DD (0,143) y UTX (0,146).

Del porcentaje de riesgo sistemático, sí que se obtienen unos valores parecidos a los observados en las distintas ventanas temporales analizadas, en este caso los valores se comprenden entre [0,522-0,170]. Los títulos en que se observa un  $R^2$  más elevado son GE (0,522), UTX (0,466), AXP (0,463) y DD (0,455) y los de menor porcentaje de riesgo sistemático son UNH (0,170), NKE (0,234), VZ (0,265) y MCD (0,276). Coincidiendo todos ellos con las diferentes ventanas temporales, así como para el conjunto del periodo.

Respecto a la estabilidad de la  $R^2$ , la desviación que se obtiene se encuentra comprendida entre [0,236-0,121], observando valores parecidos a las diferentes ventanas temporales. Los títulos con una mayor variabilidad en su  $R^2$  son CVX (0,236), XOM (0,225) y DIS (0,201), siendo los primeros los mismos títulos que en los casos para ventanas temporales de 2, 3 y 4 años. Y los títulos con una mayor estabilidad en su porcentaje de riesgo sistemático son MCD (0,121), UNH (0,122) y HD (0,135).

Para concluir este apartado, una vez analizadas las diferentes ventanas temporales calculadas, se puede concluir que para el análisis global de las betas promedios no existen grandes diferencias. Manteniéndose constante los valores límites entre los que se suelen encontrar las betas promedios, pero existiendo una mayor variabilidad entre las betas promedios de cada título para cada ventana temporal. En cambio, para el  $R^2$  se observa una mayor estabilidad tanto en los valores que ésta se comprende, así como para cada  $R^2$  promedio de cada título individualmente en cada ventana temporal

analizada. Respecto a las desviaciones típicas, se han observado valores bastante estables tanto para las evoluciones de las betas como de las  $R^2$  para cada una de las ventanas temporales, no observando diferencias reseñables en ninguna ventana temporal.

### 3.5. Estabilidad de la $\beta$ en la formación de carteras

Una vez realizado un análisis individual de las betas para cada título, se procede a realizar un análisis de la estabilidad de las betas para las carteras, que son una determinada combinación de activos financieros en distintas proporciones o pesos específicos.

En este apartado, trabajando inicialmente con los datos de las betas para ventanas temporales de 2 años, se van a formar **dos carteras distintas**. La primera estará compuesta por los títulos con una beta agresiva en el primer periodo analizado. La segunda, por tanto, se formará con los títulos que tengan una beta menor que 1 en el primer periodo analizado. Posteriormente, se realizará lo mismo para las diferentes ventanas temporales calculadas 1, 3 y 4 años.

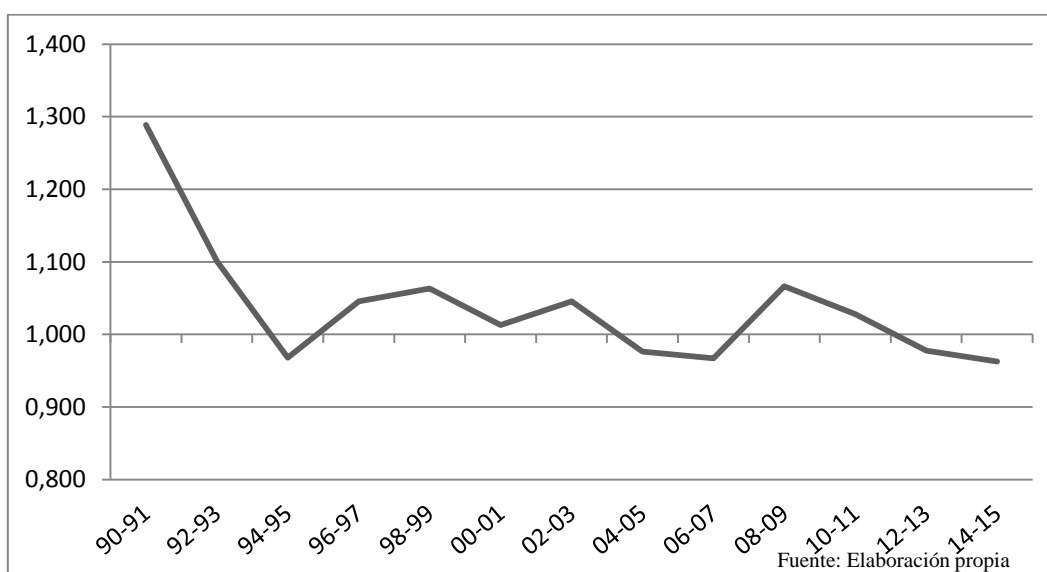
Como ya se explicó en el apartado introductorio, la beta de una cartera es aquella que se obtiene mediante la multiplicación de la beta de cada título por el respectivo peso de cada título en dicha cartera, quedando reflejada mediante la siguiente expresión:

$$\beta_p = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_N X_N$$

En ambas carteras formadas, todos los títulos estarán equiponderados, es decir, todos los títulos tendrán el mismo peso en la cartera.

La primera cartera para ventanas temporales de 2 años, formada con títulos con una beta mayor que 1 en el primer periodo, estará compuesta por los siguientes 19 títulos: AXP, BA, CAT, CSCO, DD, DIS, GE, HD, INTC, JNJ, JPM, KO, MCD, MRK, MSFT, NKE, PG, UNH y WMT. Al ser una cartera equiponderada, cada título tendrá un peso de 5,26%.

**Ilustración 30: Evolución de la  $\beta$  para una cartera formada por títulos agresivos para ventanas temporales de 2 años**

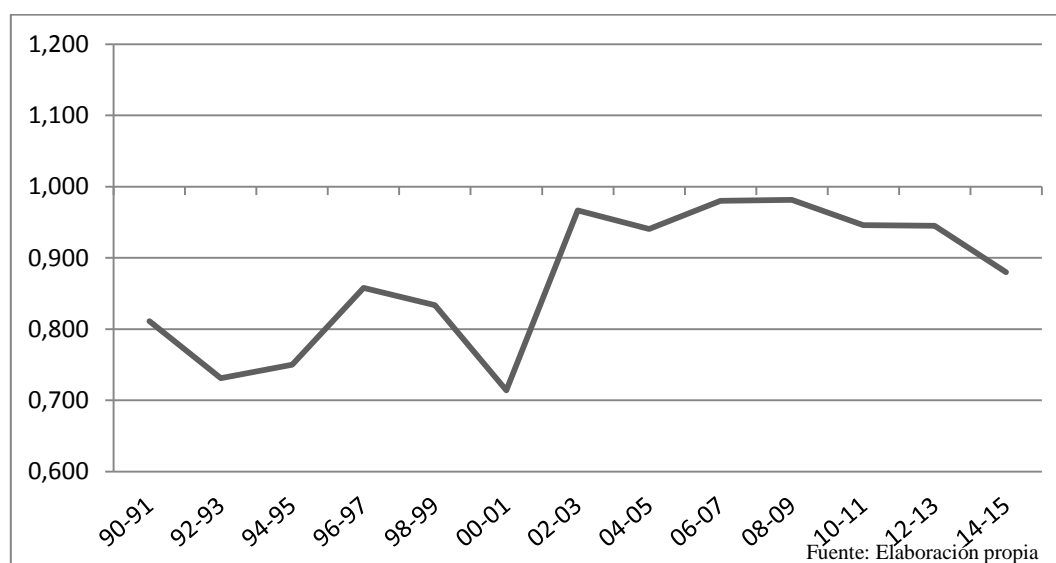


En la ilustración anterior, aparece reflejada la evolución de la beta para una cartera equiponderada formada por los títulos anteriormente comentados durante cada uno de los periodos estudiados. Consecuentemente, al ser una cartera formada por títulos todos ellos agresivos, en su primer periodo, la beta de la cartera es mayor que 1 (1,289). Aunque no ocurre lo mismo en posteriores periodos donde se llegan a observar distintos periodos donde la beta de la cartera es menor que 1. A partir del tercer periodo analizado, años 94-95, la beta de la cartera empieza a oscilar entre los valores [1,066-0,963], no llegando a sobrepasar dichos valores.

Durante el periodo analizado, se observa una beta promedio de 1,039, siendo ésta agresiva pero mucho más reducida a la que se observa en el primer periodo. En cuanto a la estabilidad de esta beta en las diferentes ventanas, se obtiene una desviación típica de 0,084, siendo mucho más reducida a cualquiera de las desviaciones típicas calculadas para un título individualmente.

La segunda cartera, integrada por títulos con una beta defensiva en el primer periodo, estará compuesta, en total, por los siguientes 9 títulos: CVX, IBM, MMM, PFE, T, TRV, UTX, VZ y XOM. Como cartera equiponderada, todos los títulos integrantes de la cartera deben tener el mismo peso, por tanto, éste será de 11,11%.

**Ilustración 31: Evolución de la  $\beta$  para una cartera formada por títulos defensivos para ventanas temporales de 2 años**



La ilustración anterior refleja la evolución de la beta para una cartera equiponderada formada por títulos defensivos en su primer periodo. Como consecuencia, si todos los títulos en su primer periodo son defensivos, la beta será menor que 1 (0,811), aunque en periodos posteriores se observa una aproximación de la beta de la cartera a 1, pero nunca llega a sobrepasarla, al contrario de lo que ocurría en la cartera de títulos ofensivos. Al igual que ocurría en la anterior cartera, la beta llega un periodo donde empieza a oscilar entre unos valores parejos, en este caso, entre [0,981-0,880].

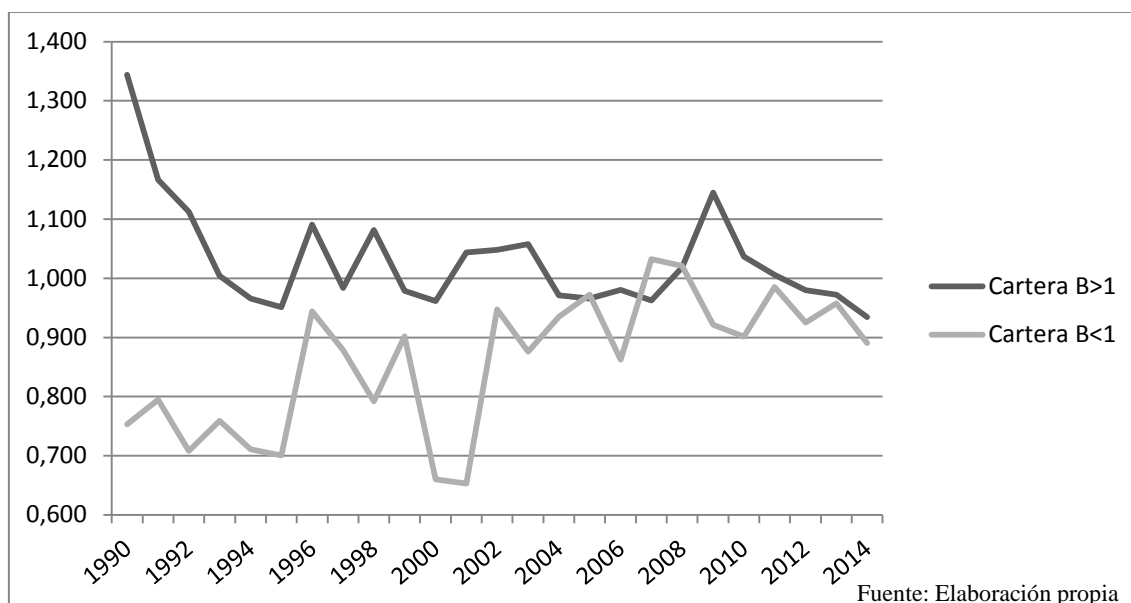
La beta promedio obtenida para la cartera es de 0,872, tratándose de una beta defensiva. Respecto a la estabilidad de la misma durante los diferentes periodos, se observa una desviación típica de 0,093 y al igual que ocurría en la cartera anterior, siendo más reducida que a cualquier desviación típica calculada para cualquier título individualmente.

Para ambas carteras se observa una tendencia según pasan los periodos a estabilizarse la beta de la cartera sobre el valor de 1, en la cartera integrada por títulos ofensivos llegando a romper la barrera del 1, no sucediendo lo mismo en la cartera formada con títulos defensivos. También hay que remarcar, que en uno de los periodos analizados, exactamente el comprendido entre 06-07, la beta de la cartera de títulos ofensivos llega a ser inferior a la beta de la cartera de los títulos defensivos.

Una vez finalizado el análisis de la beta de las carteras para ventanas temporales de 2 años, se procede a analizar la evolución de la beta de las carteras, tanto ofensiva como

defensiva, para ventanas temporales de 1 años. A continuación, se expone la evolución de la beta para dichas carteras durante el periodo 1990-2014.

**Ilustración 32: Evolución de la  $\beta$  de carteras para ventanas temporales de 1 año**



Como se ha realizado previamente, para el caso de ventanas temporales de dos años, se han construido dos carteras distintas. Una cartera formada por 21 títulos, cada uno con un peso de 4,76%, siendo aquellos que tienen una beta mayor que 1 en su primer periodo (AXP, BA, CAT, CSCO, DD, DIS, GE, HD, INTC, JNJ, JPM, KO, MCD, MRK, MSFT, NKE, PG, UNH, UTX, VZ y WMT), y otra formada, por tanto, con los títulos que presentan una beta menor que 1 en el primer año estudiado (CVX, IBM, MMM, PFE, T, TRV y XOM), contando en total con 7 títulos y un porcentaje de participación en la cartera de 14,29%.

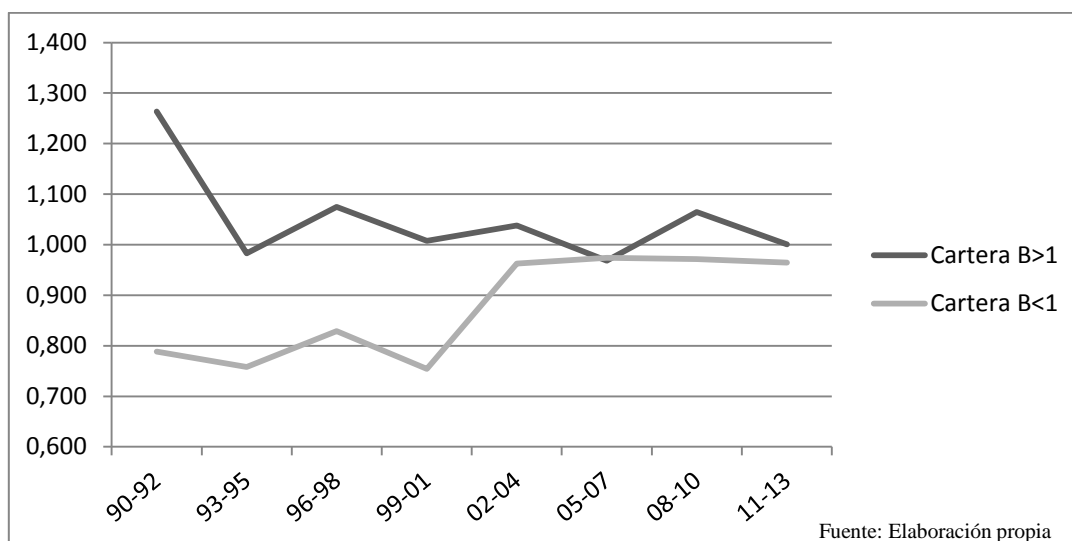
En el año 1990, se observan valores de las betas muy distantes entre ambas carteras, circunstancia que se va reduciendo con el paso de los años, hasta que en algún periodo llega a invertirse los papeles, en el periodo de 2007 la cartera formada con títulos defensivos tiene una beta de 1,032, mientras que la cartera formada por títulos ofensivos tiene un valor de beta de 0,963. A pesar de su elevado distanciamiento en los primeros años, ambas carteras tienden a estabilizarse sobre un valor cercano a 1.

Aun así, la cartera ofensiva presenta una beta promedio en el total del periodo de 1,0304, mientras que la cartera defensiva obtiene una beta promedio de 0,859. En cuanto a la variabilidad de sus betas, la cartera defensiva tiene una mayor desviación típica, 0,112 frente a 0,088, pero permanece durante muchos más periodos con una beta

defensiva, en 23 de los 25 periodos tiene una beta menor que 1 frente a los 13 de los 25 periodos que tiene la cartera ofensiva con una beta mayor que 1.

Concluido el análisis de la beta de las carteras para ventanas temporales de 1 año, se pasa a estudiar la evolución de la beta de las carteras para ventanas temporales de 3 años. En la siguiente ilustración, se puede observar la evolución de las betas de dichas carteras durante el periodo 1990-2013.

**Ilustración 33: Evolución de la  $\beta$  de carteras para ventanas temporales de 3 años**



En el caso de ventanas temporales de 3 años, las dos carteras obtenidas se componen de 19 y 9 títulos. La primera de ellas, formada por títulos con una beta mayor que 1 en su primer periodo está compuesta por los siguientes títulos: AXP, BA, CAT, CSCO, DD, DIS, GE, HD, INTC, JNJ, JPM, KO, MCD, MRK, MSFT, NKE, PG, UNH y WMT, los mismos que para ventanas temporales de 2 años, con un peso cada uno de 5,26%. En consecuencia, también coincidirán los títulos que forman la cartera defensiva, compuesta por: CVX, IBM, MMM, PFE, T, TRV, UTX, VZ y XOM, con un peso dentro de la cartera cada uno de 11,11%.

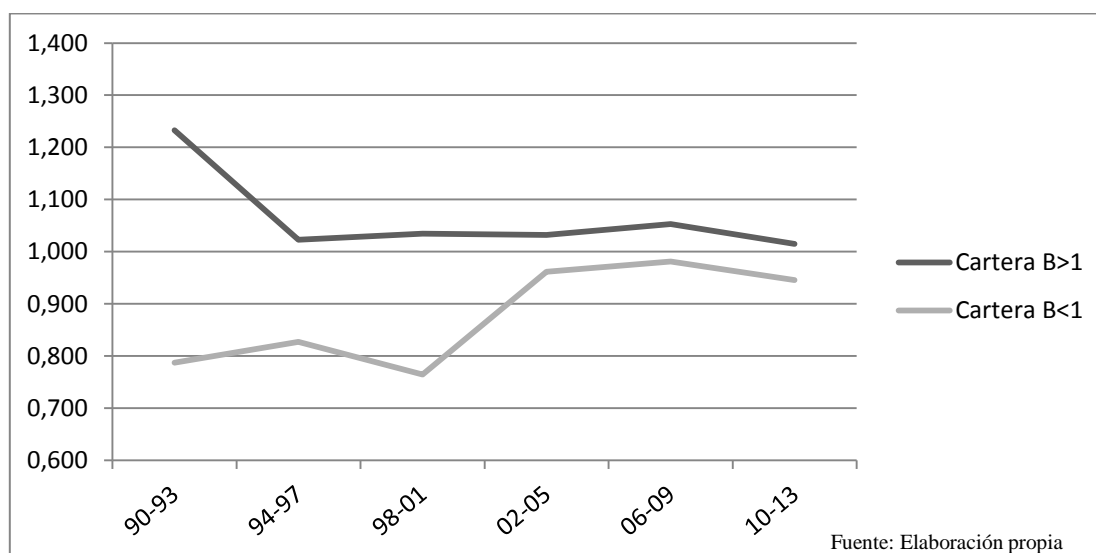
Al igual que ocurría para ventanas temporales de 1 y 2 años, se observan valores muy distantes en el primer periodo, reduciéndose las distancias en periodos posteriores. En el periodo comprendido entre los años 2005-2007, se aprecia una beta menor en la cartera ofensiva que en la cartera defensiva. Se ha de destacar que en el cartera defensiva se observa en todos los periodos una beta siempre menor que 1, mientras que en la cartera ofensiva, en dos de los periodos se obtiene una beta menor que 1.



La beta promedio para la cartera con títulos de beta mayor que 1 en su primer periodo es de 1,050, en cambio para la cartera defensiva es de 0,875. Respecto a su estabilidad, la observada en la beta de la cartera ofensiva es más reducida frente a la cartera defensiva, 0,088 y 0,095, respectivamente, aunque como se ha mencionado anteriormente, en el caso de la cartera ofensiva se producen cambios de clase de la beta, mientras que en la cartera defensiva, la beta siempre ha sido menor que 1.

Por último, se procede a analizar la evolución de la beta de las carteras para ventanas temporales de 4 años. En la siguiente ilustración, se muestra la evolución de la beta para las carteras calculadas para ventanas temporales de 4 años.

**Ilustración 34: Evolución de la  $\beta$  de carteras para ventanas temporales de 4 años**



En este caso también se han obtenido las mismas carteras que para ventanas temporales de 2 y 3 años. Por tanto, la primera cartera, formada por títulos con una beta ofensiva en el primer periodo estará compuesta por los siguiente 19 títulos: AXP, BA, CAT, CSCO, DD, DIS, GE, HD, INTC, JNJ, JPM, KO, MCD, MRK, MSFT, NKE, PG, UNH y WMT, cada uno con un porcentaje de participación de 5,26%. Y, la segunda cartera, formada por títulos con una beta menor que 1 en el primer periodo está compuesta por los 9 títulos siguientes: CVX, IBM, MMM, PFE, T, TRV, UTX, VZ y XOM, cada uno con un peso dentro de la cartera cada uno de 11,11%.

Como ocurre en las anteriores carteras para las diversas ventanas temporales analizadas, se observa un elevado distanciamiento de las betas de cada cartera en los primeros periodos, para que según avanzan los periodos se vayan aproximando. Para la cartera

ofensiva, se obtiene una beta promedio de 1,065, y para la cartera defensiva una beta media de 0,878.

En cuanto a la variabilidad de la beta, la cartera ofensiva presenta una menor desviación típica 0,076, que la mostrada por la cartera defensiva 0,087. Destacando que en todos los periodos analizados, en ambas carteras, no se obtiene un beta de distinta clase, es decir, para la cartera ofensiva, todas las betas de los periodos son mayor que 1, y para la cartera defensiva, todas las betas de los distintos periodos son menor que 1.

Como conclusión, cabe destacar que **todas las betas de las carteras obtenidas para las distintas ventanas temporales muestran una tendencia a estabilizarse sobre el valor de 1**, con pequeñas fluctuaciones respecto a su valor, ya sea de carteras formadas por títulos ofensivos o defensivos en su primer periodo. También, se observa una menor variabilidad de las betas en las carteras ofensivas que en las defensivas, compuestas las primeras por un número mucho mayor de títulos que las segundas. Por ello, se hace necesario estudiar la estabilidad de la beta de una cartera según el número de títulos por los que está compuesta. Análisis que se realiza en el siguiente apartado.

### 3.6. Estabilidad de la $\beta$ de las carteras según el número de títulos que las forman

En este apartado se va a dar respuesta a si aumenta la estabilidad de la beta de una cartera conforme aumenta el número de títulos por los que está compuesta. Para realizar dicho análisis, según Iglesias (1999), es necesario plantear unas cuestiones metodológicas previas, entre las que se encuentra el método de construcción de la cartera y el test de estabilidad a utilizar.

Los autores pioneros en análisis de estabilidad, como Blume (1971), Levy (1971), Fielits (1974) y Altman, Jacquillat y Levasseur (1974a, 1974b), encontraron que la beta era más estable cuando se incrementaba el tamaño de la misma. Construyeron las carteras clasificando los títulos previamente en función de su beta histórica. Así, formaban carteras de N títulos cada una, asignando los N títulos de mayor beta a la primera de ellas, los N siguientes a la segunda y así sucesivamente, hasta incluir los N de menor beta en la última.

El test de estabilidad realizado por estos autores pasa por calcular betas de carteras para cada dos periodos de estimación consecutivos y obtener los coeficientes de correlación entre ellas. En caso de valores elevados, próximos a 1, para tales coeficientes en los diversos periodos, nos encontraríamos ante betas significativamente estables, y no lo serían en caso contrario.

Este método de construcción de carteras es puesto en entredicho por Porter y Ezzell (1975), quienes aducen que, si los títulos se hubiesen incorporado aleatoriamente a las carteras, no se habría incrementado de manera significativa la estacionariedad de las betas, a pesar de aumentar el número de títulos integrantes de las mismas. Concluyendo que los resultados de los test tradicionales son consecuencia directa del método de constitución de carteras, no del incremento de N. Sin embargo, Alexander y Chervany (1980), al utilizar como test de estabilidad el cálculo de desviaciones absolutas en los valores de beta, demuestran que ambos métodos son válidos y, por tanto, conducen a resultados consistentes.

Además, según Eubank y Zumwalt, (1979, pág. 22), dicho método de construcción de carteras antes que indicar hasta qué punto los valores de beta cambian a lo largo del tiempo, lo que permite es detectar en qué medida “las betas permanecen en el mismo grupo en periodos de tiempo sucesivos”. Y es que, con carteras construidas en función de títulos jerarquizados por su beta, va a ser difícil que se produzcan cambios drásticos

en el valor de sus betas que les hagan cambiar de clase de riesgo. De hecho, en diversos estudios se ha constatado una mayor estabilidad en las carteras de beta alta o baja que en las de valor intermedio. En cambio, con títulos agrupados aleatoriamente, lo normal es que las carteras resultantes tengan betas poco extremas y, por tanto, que, ante inestabilidades en los valores de las betas a lo largo del tiempo, las carteras cambien de clase de riesgo en mayor medida.

Por lo indicado anteriormente y con el fin de medir la estabilidad de las betas, no de las clases de beta, es más apropiado formar carteras con títulos seleccionados aleatoriamente y utilizar alguna medida de cambio o desviación como medida de variación a lo largo del tiempo, siguiendo el método propuesto por Tole (1981).

Tole comenta que “*en el mundo real, los inversores están más preocupados de que sus carteras no cambien de clase de riesgo de lo que lo están de los cambios de ranking de sus carteras en relación a otras carteras. La estacionariedad, por tanto, debería ser una medida absoluta, y no relativa*”. Por esa circunstancia propone la satisfacción simultánea de dos condiciones para que se pueda afirmar que una beta es estable:

- La beta histórica (*ex-post*) debe representar de forma satisfactoria la beta media de periodos futuros (*ex-ante*). En caso de que no se cumpla esta condición, los inversores no podrán depender del valor histórico de la beta para predecir el riesgo futuro.
- El valor de la beta en periodos futuros no debe fluctuar entre límites que sean inaceptables para los inversores, de modo que la cartera permanezca dentro de una misma clase de riesgo en el horizonte considerado. En caso de que la beta fluctúe demasiado, la cartera del inversor puede quedar fuera temporalmente de una clase de riesgo aceptable.

Consecuentemente, se podrá decir que la estabilidad de la beta mejorará cuando aumente el número de títulos de la cartera si, la beta media *ex-post* proporciona una aproximación mejor de la beta media *ex-ante* a medida que aumenta el tamaño de la cartera y, la desviación típica de la beta *ex-ante* disminuye cuando se incrementa el número de títulos de la cartera.

Para contrastar estas hipótesis, se van a utilizar las betas calculadas para ventanas temporales de 1 y 2 años. En el caso de ventanas temporales de 2 años, se calcularon los periodos comprendidos entre los años 1991-2014, eliminando los datos de los años 1990

y 2015, para así obtener un número par de periodos, 12, en total. Para la ventana temporal de 1 año, se ha eliminado del estudio el año 1990, para así tener un total de 24 ventanas temporales.

#### *Condición uno*

Para establecer la consecución de la primera condición enunciada se han construido una serie de 10 carteras de tamaño N, donde N es igual a 1, 5, 10 y 20. Construyendo un total de 40 carteras para cada ventana temporal. Los títulos a incluir a cada cartera han sido seleccionados aleatoriamente de los 28 títulos de los cuales se tenían datos del DJIA.

Se ha calculado la beta para cada uno de los periodos de los 28 títulos del DJIA, en el caso de las ventanas temporales de 2 años, que se encuentran en la *Tabla 19:  $\beta$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 2 años*, mientras que ya estaban calculados para el caso de las ventanas temporales de 1 año, estos aparecen en anexos en la *Tabla 17:  $\beta$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 1 año*.

Para el cálculo de la *ex-post* beta media ( $\bar{\beta}_1$ ), se ha empleado la media de los 6 primeros periodos, y para obtener la *ex-ante* beta media ( $\bar{\beta}_2$ ) se ha calculado la media de los segundos 6 periodos, para el caso de ventanas temporales de 2 años. Para ventanas temporales de 1 año, se han calculado la media de los 12 primeros periodos para la *ex-post* beta media y los 12 periodos restantes para la *ex-ante* beta media.

Como enuncia la condición uno, la beta será estable sólo si  $\bar{\beta}_1$  se aproxima a  $\bar{\beta}_2$ . Mediante el cambio porcentual de la beta entre los dos periodo se podrá obtener una medida de variación y, por tanto, de estabilidad entre ambas betas. El cambio porcentual se ha calculado mediante la siguiente expresión:

$$\Delta\bar{\beta} = \left| \frac{(\bar{\beta}_2 - \bar{\beta}_1)}{\bar{\beta}_1} \right|$$

A continuación, se muestra en la segunda columna la variación porcentual media de las betas de las carteras para ventanas temporales de 2 años, así como, en la tercera y cuarta columna, el valor mínimo y máximo de cambio porcentual encontrado para cada tamaño N de cartera.

**Tabla 7: Variación porcentual de la beta para ventanas temporales de 2 años**

Tamaño de la cartera	Variación porcentual de la beta		
	Media	Mínima	Máxima
1	21,59%	0,44%	54,66%
5	6,40%	0,48%	17,17%
10	3,86%	0,82%	12,95%
20	2,02%	0,00%	6,76%

Fuente: Elaboración propia

Como muestra la tabla, **se produce un descenso en la variación porcentual de la beta según se va incrementando el número de títulos en la cartera**, se pasa de obtener una variación porcentual media de 21,59%, correspondiente a carteras formadas por un único título, a un 2,02%, correspondiendo a carteras formadas por 20 títulos. Además, también se observa un descenso de la amplitud del intervalo formado por los valores mínimos y máximos.

Al igual que para ventanas temporales de 2 años, en la siguiente tabla se muestra la variación porcentual media de las betas de las carteras para ventanas temporales de 1 año, así como, el valor mínimo y máximo de cambio porcentual encontrado para cada tamaño N de cartera.

**Tabla 8: Variación porcentual de la beta para ventanas temporales de 1 año**

Tamaño de la cartera	Variación porcentual de la beta		
	Media	Mínima	Máxima
1	11,78%	0,36%	33,64%
5	3,89%	0,74%	9,70%
10	2,71%	0,02%	6,80%
20	1,70%	0,16%	3,94%

Fuente: Elaboración propia

Tal y como ocurría para ventanas temporales de 1 año, se produce un descenso de la variación porcentual de la beta, según se va incrementando el número de títulos en la cartera, se pasa de tener una variación porcentual media de 11,78%, correspondiente a carteras formadas por un único título, a un 1,70%, correspondiendo a carteras formadas

por 20 títulos. Además, también se observa un descenso de la amplitud del intervalo formado por los valores mínimos y máximos.

Para el caso de ventanas temporales de 1 año, se observa valores más reducidos, que para ventanas temporales de 2 años. Esto es debido al mayor número de periodos que encontramos para ventanas temporales de 1 año.

A juzgar por este primer análisis, los inversores pueden estar seguros de reducir sustancialmente el porcentaje de cambio en la beta media mediante la inclusión de valores adicionales en sus carteras.

Adicionalmente, los inversores también son adversos a los cambios en la clase de riesgo, y no deben preocuparse sólo de la media de la beta, sino también de las variaciones posibles de la beta a través del tiempo. De ahí, se obtiene la necesidad de contrastar la segunda hipótesis.

#### *Condición dos*

Según la segunda condición, beta sólo será estable si su valor *ex-ante* no traspasa los límites aceptables para los inversores en relación a su nivel *ex-ante* medio. Por tanto, se ha calculado la desviación típica de los valores de beta *ex-ante* ( $\beta_2$ ), de los últimos 6 periodos para ventanas temporales de 2 años y de los últimos 12 para ventanas temporales de 1 año, para todas las carteras obtenidas aleatoriamente.

Además, se han obtenido los intervalos dentro de los cuales se espera que se encuentren los verdaderos valores de las betas *ex-ante*, con un 95% de confianza. En otras palabras, en el caso de ventanas temporales de 2 años, para cada 10 carteras se obtienen 60 *ex-ante* betas, luego el 95% de las betas se encontrarán dentro del intervalo obtenido. Estos intervalos han sido calculados respecto de las betas medias  $\bar{\beta}_2$ , sumando y restando dos veces la desviación típica.

En la siguiente tabla, se muestran los resultados para el caso de ventanas temporales de 2 años.

**Tabla 9: Variabilidad de las ex-post betas para ventanas temporales de 2 años**

Tamaño de la cartera	Desviación típica media	Intervalo de confianza de beta
1	0,148	0,71-1,31
5	0,074	0,84-1,14
10	0,038	0,90-1,06
20	0,045	0,91-1,09

Fuente: Elaboración propia

La segunda columna recoge las desviaciones típicas que, en promedio, presentan las betas *ex-ante* para cada uno de los tamaños de carteras calculadas, apreciándose como la dispersión disminuye considerablemente a medida que el tamaño de la cartera aumenta, hasta las carteras formadas por 10 títulos. En cambio, para carteras construidas con 20 títulos, se observa un pequeño aumento de la desviación típica.

En la tercera columna se representan los intervalos dentro de los cuales esperamos que se encuentren los verdaderos valores de las betas *ex-ante*, con un 95% de confianza. Se observa claramente cómo se estrechan a medida que aumenta el tamaño de las carteras, excepto para las cartera formadas por 20 títulos. Así, los límites del intervalo de confianza para las carteras de 10 títulos son [0,90-1,06], mientras que su distancia es mucho mayor si se trata de títulos individuales, con valores extremos de [0,71-1,31].

Seguidamente, se exponen los resultados obtenidos para ventanas temporales de 1 año.

**Tabla 10: Variabilidad de las ex-post betas para ventanas temporales de 1 año**

Tamaño de la cartera	Desviación típica media	Intervalo de confianza de beta
1	0,144	0,64-1,22
5	0,079	0,82-1,13
10	0,056	0,87-1,10
20	0,049	0,90-1,09

Fuente: Elaboración propia

En la segunda columna de la anterior tabla, se observa como disminuye la desviación típica a medida que aumenta el tamaño de la cartera, sin excepciones. La mayor



disminución que se observa es la mostrada entre el tamaño de la cartera  $N$  igual 1 a  $N$  igual 5, donde se reduce casi a la mitad su dispersión.

Asimismo, los intervalos de confianza de la beta para un 95% de confianza, también se van reduciendo conforme se va aumentando el tamaño de la cartera. Así, los límites del intervalo de confianza para las carteras de 20 títulos son [0,90-1,09], mientras que su distancia es mucho mayor si se trata de títulos individuales, con valores extremos de [0,64-1,22].

Como conclusión después de contrastar ambas hipótesis planteadas, para ambas ventanas temporales, se observa un descenso en la variación porcentual de la beta y en la amplitud del intervalo formado por los valores mínimos y máximos, según se va incrementando el número de títulos en la cartera. Cumpliéndose, de esta forma, la primera condición planteada, es decir, la beta histórica representa de forma satisfactoria la beta media de periodos futuros. Igualmente, se aprecia una disminución considerable de la dispersión a medida que aumenta el tamaño de la cartera, verificando la segunda condición, en la que beta sólo será estable si su valor *ex-ante* no traspasa los límites aceptables para los inversores en relación a su nivel *ex-ante* medio. Por tanto, se puede confirmar que la estabilidad de la beta aumenta conforme aumenta el tamaño de la cartera.

Este mismo estudio se ha intentado realizar construyendo las carteras mediante la jerarquización previa de los títulos, como realizaron Blume (1971), Levy (1971), Fielits (1974) y Altman, Jacquillat y Levasseur (1974a, 1974b), para poder comparar resultados con los obtenidos con carteras formadas aleatoriamente. Pero los escasos títulos que componen el DJIA, nos ha impedido realizar este estudio, ya que al realizar carteras a partir de 10 títulos, las carteras no tenían a penas elementos disjuntos. Es decir, se repetían demasiados títulos de una cartera a otra para poder obtener muestras fiables.

#### 4. Conclusiones

Como se ha ido exponiendo a lo largo del trabajo, uno de los principios clave de la teoría del mercado de capitales es el riesgo sistemático o de mercado, que es aquella parte de la variabilidad de la rentabilidad en exceso de un activo que depende de la evolución del mercado. En oposición al riesgo no sistemático o específico, que depende exclusivamente de las propias características de la empresa, y que puede reducirse o llegarse a eliminar mediante una adecuada diversificación en la cartera, mientras que no sucede lo mismo con el riesgo sistemático.

El párrafo anterior justifica el Modelo de valoración de activos financieros o *Capital Asset Pricing Model*, en el que un inversor que adquiere activos con riesgo solamente se verá recompensado con una mayor rentabilidad a la brindada por un activo libre de riesgo por aquel segmento de la variabilidad total de su rendimiento que no sea capaz de eliminar mediante diversificación. Esto quiere decir que el mercado sólo recompensará el riesgo sistemático.

La popularidad alcanzada por el parámetro beta se debe a su uso como variable explicativa en el CAPM. Dicho modelo sigue siendo utilizado a nivel académico, ya no sólo en la valoración de activos, sino también, por ejemplo, en la determinación del coste de capital a efectos de la selección de nuevas inversiones, o la medida de la *performance* de carteras.

Aun siendo tan popular, recientes evidencias empíricas arrojan serias dudas acerca de la validez de dicho modelo y de beta, siendo este un tema ampliamente discutido en el que no se ha alcanzado una deliberación final. La imposibilidad de conseguir observaciones de la auténtica cartera de mercado y, aun tomando el uso de índices como sustitutos de la misma pueda ser considerada una aproximación razonable, la evidencia empírica obtenida hasta la fecha ha sido poco congruente y contraria, lo que le ha impedido validar de manera definitiva el modelo, aunque tampoco ha permitido rechazarlo por completo.

Estos estudios, a menudo discordantes, ponen en entredicho la validez del modelo CAPM y del parámetro beta, llegando a ser cuestionada la posible “muerte” de este último. Sin embargo, el que los rendimientos esperados de los activos no fluctúen como el CAPM establece, no implica la inutilidad de la beta, ya que, como se ha visto, ésta se obtiene con independencia de dicho modelo y es una medida de riesgo de gran interés

para los inversores, especialmente para los institucionales que piensan en el riesgo como la sensibilidad de los rendimientos ante movimientos del mercado, definición a la que se ajusta perfectamente el parámetro beta. Adicionalmente, los inversores se encuentran interesados en saber el carácter defensivo, ofensivo o neutro de un determinado activo a fin de suponer cómo puede afectar al riesgo futuro de su cartera su inclusión a la misma, información que proporciona el valor de la beta.

Estos valores se obtienen de cálculos realizados con datos históricos, que se toman como aproximaciones de valores futuros. No obstante, este procedimiento sólo será correcto si los coeficientes calculados son estables en el tiempo, pudiendo ser esta una posible razón de la escasa fiabilidad de los resultados ofrecidos por los test del modelo, que acusan la inestabilidad de las betas. Por tanto, en el presente trabajo se ha pretendido analizar la estabilidad de las betas, manejando para ello los valores del índice bursátil *Dow Jones Industrial Average* y de los títulos que lo componen para el periodo 1990-2015.

Tras un primer análisis individual de las betas y  $R^2$  de 28 de los 30 títulos que componen el DJIA se obtiene que 19 títulos tienen una beta ofensiva, es decir, mayor que uno, mientras que los 9 restantes tienen una beta defensiva o menor que uno. Y se obtienen valores bastante reducidos en su porcentaje de riesgo sistemático sólo dos títulos llegan a tener un  $R^2$  superior al 50%, debido principalmente a la forma de composición del índice.

Después de analizar las diferentes ventanas temporales se obtienen valores bastante estables entre las mismas no existiendo diferencias reseñables. Respecto a la beta se muestran valores comprendidos entre [1,458-0,695], mientras que para la  $R^2$  esos valores se encuentran entre [0,551-0,161], valores muy similares a los obtenidos mediante el estudio del periodo completo.

En cuanto a la variabilidad de los valores de la beta y porcentaje de riesgo sistemático en cada ventana temporal, se observan también valores similares entre cada ventana temporal, aunque cabe destacar que para la  $R^2$  se observan desviaciones menores que para la beta, [0,236-0,067] y [0,336-0,060] para el conjunto de las ventanas temporales, respectivamente. Para un análisis individual de las betas por periodo de cada título se concluye que las betas de un título según el periodo pueden ser mayor o menor que 1, observándose en algún caso grandes diferencias de un periodo a otro, a pesar de no ser lo usual. Aunque, puestos a analizar la inversión en un determinado título, sería

aconsejable estudiar el grado de estabilidad concreto de su beta, así como contar con cualquier otra información de interés para el título.

Destacar que no se ha encontrado ninguna relación, que relacione una mayor/menor beta con una mayor/menor desviación típica, ya que tanto betas agresivas como betas defensivas han obtenidos resultados dispares en cuanto a su estabilidad, al igual que con el porcentaje de riesgo sistemático.

Después de realizar un estudio individual de las betas de los títulos, se ha analizado la estabilidad de las betas de las carteras. Primero se han compuesto dos carteras jerarquizadas para cada ventana temporal, una con los títulos con una beta superior a 1 en su primer periodo y, por tanto, la otra con los títulos con una beta defensiva en el primer periodo. Se observa como todas las betas de las carteras muestran una tendencia a estabilizarse sobre el valor de 1, con pequeñas fluctuaciones respecto a ese valor en los últimos periodos, tanto las betas de las carteras formadas por títulos ofensivos o defensivos en su primer periodo, llegando a traspasar la frontera del valor 1 en el caso de algunas de las carteras formadas por betas ofensivas. Además, se observa una menor variabilidad de las betas en las carteras ofensivas que en las defensivas, aunque estas primeras están compuestas por un número mayor de títulos que las segundas.

Por ello, se ha estudiado la estabilidad de la beta de una cartera según el número de títulos por los que está compuesta. Para confirmar que aumenta la estabilidad de una cartera conforme se incrementa el tamaño de la misma, se deben cumplir dos condiciones, que la beta histórica represente de forma satisfactoria la beta media de periodos futuros y que la que beta *ex-ante* o futura no traspase los límites aceptables para los inversores en relación a su nivel *ex-ante* medio, es decir, el valor de la beta en periodos futuros no debe fluctuar entre límites que sean inaceptables para los inversores, de modo que la cartera permanezca dentro de una misma clase de riesgo en el horizonte considerado.

Al realizar los estudios pertinentes se observa un descenso en la variación porcentual de la beta y en la amplitud del intervalo formado por los valores mínimos y máximos, según se va incrementando el número de títulos en la cartera, cumpliéndose de esta forma la primera condición. Además, también se aprecia una disminución considerable de la dispersión a medida que aumenta el tamaño de la cartera, verificando la segunda condición.

Esto denota una sensible mejora en la estabilidad del parámetro beta al aumentar el número de títulos en la cartera del inversor, lo que redundará en una mayor fiabilidad del mismo a efectos de su utilización con fines predictivos.

## 5. Bibliografía

Alexander, G. J. y N. L. Chervany (1980). On the estimation and stability of beta. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 15 (1), 123-137.

Altman, E., B. Jacquillat y M. Levasseur (1974a). La stabilité du coefficient bêta. *Analyse Financière*, 16, 43-54.

Altman, Jacquillat y Levasseur (1974b). Comparative analysis of risk measures: France and the United States. *The Journal of Finance*, 29 (5), 1495-1511.

Blume, M. E. (1971). On the assessment of risk. *The Journal of Finance*, 26 (1), 1-10.

Brentani, C. (2004). *Portfolio Management in Practice. A volume in Essential Capital Markets*. Reino Unido: Elsevier Ltd.

Eubank, A. A. Jr. y J. K. Zumwalt (1979). An analysis of the forecast error impact of alternative beta adjustment techniques and risk classes. *The Journal of Finance*, 34 (3), 761-776.

Fernández, P. y Carabias J.M. (2007). *El peligro de utilizar betas calculadas*. Documento de Investigación, DI n° 685, Navarra: IESE Business School – Universidad de Navarra.

Fielitz, B.D. (1974). Indirect versus direct diversification. *Financial Management*, 3 (4), 54-62.

Iglesias, S. (1999). “Nuevas evidencias acerca de la estabilidad de las betas de las carteras” en *La gestión de la diversidad: XIII Congreso Nacional, IX Congreso Hispano-Francés* (16, 17 y 18 de junio de 1990, La Rioja), D. Ayala (coord.). 2, 59-62.

*IIMR Investment Management Certificate Training Manual* (1997). 3° ed. Londres: Institute of Investment Management and Research. 460.

Jensen, M.C. (1968). The Performance of Mutual Funds in the Period 1945-1964. *Journal of Finance*, 23, 389-416.

Levy, R. A. (1971). On the short-term stationarity of beta coefficient. *Financial Analysts Journal*, 27 (6), 55-62.

Markowitz, Harry M. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7 (1), 77-91.

Porter, R. B. y J. R. Ezzell (1975). A note on the predictive ability of beta coefficients. *Journal of Business Research*, 3 (4), 365-372.

Sánchez, M. J. (1998). El problema de la medición de la performance de una cartera. *Bolsa de Madrid*, 67, 26-28.

Sharpe, W. F. (1963). A simplified model for portfolio analysis. *Management Science*, 9 (2), 277-293.

Soldevilla, E. (1982). El coeficiente beta en el análisis de cartera: su alcance y significación. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, XI (38-39), 315-370.

6. Anexos

**Tabla 11:  $\beta$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 2 años**

	90- 91	92- 93	94- 95	96- 97	98- 99	00- 01	02- 03	04- 05	06- 07	08- 09	10- 11	12- 13	14- 15
AXP	1,531	1,034	1,006	1,123	1,690	1,432	1,380	0,946	1,422	1,843	1,370	1,175	1,248
BA	1,299	0,648	0,896	1,069	0,915	0,988	1,023	1,073	1,021	1,055	1,327	1,127	1,059
CAT	1,023	1,159	1,635	1,013	1,075	1,154	1,106	1,451	1,299	1,276	1,607	1,367	1,179
CSCO	1,632	1,619	1,510	1,350	1,361	1,676	1,500	1,258	1,164	1,141	1,160	1,072	0,919
CVX	0,522	0,602	0,748	0,888	0,629	0,244	0,705	0,882	1,012	1,165	1,138	1,066	1,061
DD	1,177	1,039	1,136	1,088	0,998	1,008	1,060	1,076	1,007	1,240	1,319	1,208	1,015
DIS	1,153	1,123	0,985	0,907	0,999	0,902	1,349	1,088	0,987	1,206	1,214	1,100	1,109
GE	1,212	0,854	1,055	1,209	1,138	1,347	1,312	1,014	0,944	1,283	1,299	1,182	0,976
HD	1,507	1,166	1,036	0,922	1,270	1,543	1,102	1,221	1,116	1,087	0,962	0,964	0,954
IBM	0,955	0,870	0,978	1,258	1,063	1,058	1,157	0,876	0,919	0,804	0,879	1,011	0,931
INTC	1,375	1,212	1,114	1,114	1,151	1,626	1,662	1,279	1,335	1,120	1,023	1,092	1,074
JNJ	1,020	0,954	0,554	1,036	0,785	0,363	0,753	0,602	0,473	0,584	0,629	0,683	0,939
JPM	1,378	1,435	0,904	1,076	1,622	1,381	1,622	0,996	1,400	1,894	1,544	1,419	1,261
KO	1,305	1,071	0,589	1,135	0,908	0,444	0,600	0,712	0,619	0,613	0,662	0,846	0,559
MCD	1,091	1,038	0,834	0,768	0,809	0,577	0,664	0,976	0,767	0,649	0,589	0,659	0,642
MMM	0,880	0,903	0,874	0,772	0,798	0,998	0,831	1,077	0,890	0,878	1,129	1,032	1,057
MRK	1,087	0,905	0,676	1,189	0,939	0,500	0,858	0,873	0,882	0,872	0,845	0,727	0,788
MSFT	1,377	1,295	1,092	1,053	1,115	1,175	1,243	0,852	0,978	1,025	0,931	1,096	1,125
NKE	1,470	1,290	0,631	0,803	0,723	0,776	0,800	0,802	0,777	0,994	1,011	0,789	1,099
PFE	0,974	0,931	0,462	1,139	1,074	0,469	0,918	0,971	0,893	0,832	0,888	0,742	0,869
PG	1,061	0,961	0,929	1,080	0,828	0,608	0,476	0,764	0,620	0,682	0,538	0,708	0,571
T	0,774	0,605	0,776	0,677	0,723	0,603	1,082	0,773	0,971	0,936	0,673	0,761	0,607
TRV	0,659	0,655	0,522	0,591	0,976	0,841	0,907	1,062	1,071	1,269	0,961	0,973	0,759
UNH	1,362	1,176	0,861	1,058	0,582	0,635	0,465	0,795	0,599	1,097	0,985	0,828	1,101
UTX	0,985	0,961	1,044	0,879	1,071	1,291	1,161	1,045	1,027	1,039	1,181	1,244	0,982
VZ	0,908	0,510	0,747	0,559	0,582	0,539	1,050	0,750	0,936	0,854	0,651	0,694	0,633
WMT	1,427	0,931	0,943	0,869	1,285	1,107	0,891	0,768	0,959	0,594	0,513	0,534	0,674
XOM	0,642	0,543	0,598	0,958	0,586	0,380	0,887	1,029	1,103	1,056	1,013	0,980	1,018

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 12:  $R^2$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 2 años**

	90- 91	92- 93	94- 95	96- 97	98- 99	00- 01	02- 03	04- 05	06- 07	08- 09	10- 11	12- 13	14- 15
AXP	0,347	0,128	0,177	0,400	0,550	0,452	0,674	0,414	0,570	0,633	0,657	0,458	0,610
BA	0,418	0,076	0,166	0,339	0,179	0,234	0,411	0,297	0,350	0,577	0,685	0,385	0,366
CAT	0,279	0,184	0,308	0,296	0,226	0,382	0,576	0,390	0,383	0,622	0,755	0,452	0,391
CSCO	0,114	0,128	0,095	0,238	0,316	0,220	0,402	0,246	0,275	0,730	0,421	0,213	0,362
CVX	0,188	0,092	0,164	0,360	0,156	0,036	0,436	0,214	0,333	0,710	0,758	0,574	0,392
DD	0,489	0,208	0,300	0,409	0,246	0,313	0,611	0,419	0,441	0,724	0,776	0,536	0,481
DIS	0,464	0,160	0,180	0,372	0,232	0,166	0,541	0,285	0,383	0,737	0,694	0,454	0,463
GE	0,574	0,280	0,315	0,624	0,513	0,516	0,658	0,505	0,564	0,531	0,708	0,533	0,551
HD	0,418	0,158	0,161	0,259	0,373	0,362	0,351	0,449	0,370	0,599	0,534	0,345	0,382
IBM	0,431	0,083	0,133	0,331	0,271	0,270	0,525	0,321	0,416	0,634	0,668	0,399	0,360
INTC	0,257	0,090	0,110	0,219	0,221	0,267	0,463	0,269	0,388	0,609	0,537	0,325	0,307
JNJ	0,473	0,108	0,077	0,399	0,273	0,071	0,352	0,196	0,267	0,584	0,603	0,446	0,515
JPM	0,207	0,206	0,135	0,398	0,461	0,426	0,582	0,466	0,603	0,542	0,646	0,417	0,571
KO	0,598	0,215	0,104	0,500	0,275	0,072	0,276	0,256	0,393	0,435	0,564	0,414	0,182
MCD	0,373	0,193	0,158	0,276	0,207	0,127	0,172	0,235	0,279	0,512	0,476	0,307	0,296
MMM	0,517	0,258	0,210	0,266	0,242	0,410	0,582	0,388	0,353	0,692	0,741	0,654	0,636
MRK	0,559	0,095	0,097	0,430	0,312	0,093	0,398	0,077	0,291	0,405	0,541	0,252	0,218
MSFT	0,292	0,142	0,119	0,278	0,286	0,237	0,535	0,324	0,313	0,572	0,588	0,275	0,358
NKE	0,285	0,143	0,061	0,134	0,083	0,107	0,317	0,194	0,262	0,537	0,499	0,160	0,365
PFE	0,339	0,094	0,041	0,375	0,257	0,076	0,403	0,192	0,337	0,570	0,539	0,311	0,368
PG	0,560	0,193	0,223	0,477	0,233	0,087	0,277	0,308	0,309	0,613	0,507	0,279	0,284
T	0,318	0,091	0,131	0,204	0,141	0,104	0,363	0,254	0,368	0,653	0,573	0,329	0,240
TRV	0,223	0,121	0,068	0,227	0,256	0,206	0,346	0,314	0,405	0,552	0,597	0,464	0,465
UNH	0,173	0,066	0,057	0,131	0,039	0,133	0,120	0,138	0,100	0,325	0,423	0,189	0,414
UTX	0,323	0,164	0,279	0,371	0,364	0,377	0,609	0,425	0,490	0,767	0,811	0,607	0,532
VZ	0,321	0,072	0,137	0,134	0,100	0,094	0,377	0,257	0,427	0,584	0,476	0,234	0,230
WMT	0,502	0,133	0,136	0,212	0,389	0,289	0,478	0,264	0,414	0,442	0,395	0,165	0,297
XOM	0,267	0,097	0,153	0,417	0,159	0,080	0,543	0,298	0,410	0,682	0,748	0,594	0,464

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13:  $\beta$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 3 años**

	90- 92	93- 95	96- 98	99- 01	02- 04	05- 07	08- 10	11- 13
AXP	1,455	0,967	1,359	1,504	1,318	1,331	1,816	1,213
BA	1,178	0,810	1,068	0,919	1,037	1,014	1,099	1,214
CAT	1,084	1,432	1,066	1,115	1,142	1,344	1,320	1,504
CSCO	1,698	1,407	1,368	1,598	1,508	1,101	1,149	1,108
CVX	0,523	0,735	0,762	0,341	0,707	1,025	1,158	1,125
DD	1,160	1,089	1,055	1,001	1,051	1,054	1,253	1,270
DIS	1,158	1,003	1,018	0,869	1,333	0,980	1,198	1,206
GE	1,164	0,953	1,184	1,295	1,288	0,938	1,295	1,226
HD	1,445	1,067	1,127	1,441	1,101	1,178	1,078	0,945
IBM	0,957	0,910	1,131	1,091	1,117	0,930	0,814	0,917
INTC	1,327	1,171	1,101	1,541	1,628	1,295	1,125	0,992
JNJ	1,001	0,679	0,918	0,464	0,731	0,519	0,583	0,666
JPM	1,384	1,062	1,321	1,432	1,562	1,270	1,843	1,536
KO	1,286	0,670	1,088	0,508	0,613	0,642	0,619	0,726
MCD	1,068	0,915	0,827	0,599	0,672	0,889	0,648	0,592
MMM	0,871	0,909	0,814	0,927	0,866	0,919	0,893	1,140
MRK	1,067	0,713	1,073	0,604	0,860	0,880	0,868	0,805
MSFT	1,386	1,103	1,079	1,166	1,204	0,935	1,021	0,966
NKE	1,400	0,890	0,796	0,741	0,795	0,795	0,999	0,923
PFE	0,974	0,580	1,105	0,609	0,934	0,889	0,834	0,848
PG	1,034	0,953	1,019	0,620	0,504	0,670	0,667	0,592
T	0,736	0,736	0,645	0,670	1,060	0,890	0,907	0,701
TRV	0,644	0,586	0,741	0,886	0,934	1,044	1,217	1,020
UNH	1,389	0,826	0,905	0,575	0,498	0,656	1,067	0,989
UTX	0,991	0,998	0,980	1,227	1,142	1,048	1,048	1,227
VZ	0,784	0,768	0,523	0,586	1,024	0,870	0,829	0,672
WMT	1,318	0,965	1,047	1,154	0,877	0,911	0,579	0,538
XOM	0,613	0,602	0,759	0,453	0,877	1,148	1,043	1,028

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14:  $R^2$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 3 años**

	90- 92	93- 95	96- 98	99- 01	02- 04	05- 07	08- 10	11- 13
AXP	0,311	0,133	0,481	0,466	0,647	0,528	0,630	0,608
BA	0,328	0,125	0,289	0,197	0,404	0,310	0,576	0,586
CAT	0,253	0,259	0,312	0,290	0,537	0,374	0,632	0,645
CSCO	0,133	0,079	0,282	0,225	0,382	0,259	0,653	0,331
CVX	0,151	0,141	0,266	0,059	0,384	0,299	0,713	0,691
DD	0,416	0,253	0,346	0,280	0,588	0,429	0,726	0,691
DIS	0,379	0,149	0,354	0,153	0,497	0,364	0,722	0,624
GE	0,527	0,277	0,623	0,490	0,641	0,545	0,545	0,656
HD	0,382	0,136	0,348	0,339	0,356	0,401	0,586	0,460
IBM	0,292	0,098	0,345	0,249	0,505	0,380	0,637	0,516
INTC	0,206	0,099	0,241	0,247	0,429	0,378	0,602	0,416
JNJ	0,342	0,074	0,368	0,102	0,325	0,247	0,576	0,557
JPM	0,206	0,155	0,435	0,423	0,568	0,564	0,541	0,574
KO	0,494	0,115	0,469	0,087	0,260	0,384	0,439	0,501
MCD	0,307	0,181	0,278	0,126	0,172	0,274	0,506	0,385
MMM	0,454	0,217	0,296	0,330	0,526	0,361	0,680	0,753
MRK	0,404	0,072	0,409	0,125	0,240	0,206	0,408	0,439
MSFT	0,257	0,114	0,305	0,236	0,510	0,314	0,567	0,397
NKE	0,254	0,084	0,131	0,088	0,298	0,237	0,538	0,312
PFE	0,272	0,045	0,345	0,105	0,361	0,264	0,549	0,485
PG	0,436	0,208	0,396	0,096	0,273	0,312	0,593	0,367
T	0,265	0,110	0,166	0,117	0,350	0,344	0,638	0,447
TRV	0,190	0,085	0,273	0,202	0,342	0,373	0,541	0,578
UNH	0,166	0,039	0,102	0,069	0,114	0,117	0,319	0,366
UTX	0,284	0,220	0,428	0,344	0,577	0,487	0,765	0,738
VZ	0,250	0,129	0,115	0,099	0,365	0,376	0,564	0,358
WMT	0,442	0,120	0,317	0,292	0,443	0,378	0,423	0,288
XOM	0,205	0,142	0,291	0,101	0,506	0,374	0,684	0,703

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15:  $\beta$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 4 años**

	<b>90- 93</b>	<b>94- 97</b>	<b>98- 01</b>	<b>02- 05</b>	<b>06- 09</b>	<b>10- 13</b>
<i>AXP</i>	1,382	1,090	1,543	1,295	1,786	1,321
<i>BA</i>	1,104	1,019	0,955	1,033	1,051	1,277
<i>CAT</i>	1,063	1,190	1,118	1,173	1,279	1,545
<i>CSCO</i>	1,628	1,395	1,548	1,453	1,145	1,138
<i>CVX</i>	0,546	0,849	0,408	0,740	1,145	1,120
<i>DD</i>	1,136	1,101	1,004	1,064	1,209	1,290
<i>DIS</i>	1,144	0,929	0,943	1,298	1,177	1,186
<i>GE</i>	1,105	1,166	1,259	1,253	1,238	1,270
<i>HD</i>	1,405	0,955	1,429	1,125	1,089	0,963
<i>IBM</i>	0,930	1,179	1,061	1,102	0,818	0,912
<i>INTC</i>	1,326	1,114	1,425	1,587	1,148	1,040
<i>JNJ</i>	1,001	0,899	0,543	0,724	0,569	0,643
<i>JPM</i>	1,395	1,028	1,483	1,500	1,827	1,513
<i>KO</i>	1,235	0,980	0,641	0,622	0,614	0,709
<i>MCD</i>	1,075	0,786	0,678	0,725	0,665	0,606
<i>MMM</i>	0,887	0,801	0,911	0,879	0,879	1,105
<i>MRK</i>	1,033	1,043	0,687	0,861	0,874	0,815
<i>MSFT</i>	1,353	1,064	1,154	1,167	1,019	0,974
<i>NKE</i>	1,417	0,752	0,753	0,800	0,965	0,955
<i>PFE</i>	0,961	0,947	0,726	0,929	0,839	0,851
<i>PG</i>	1,031	1,037	0,703	0,533	0,674	0,581
<i>T</i>	0,723	0,705	0,654	1,022	0,942	0,695
<i>TRV</i>	0,658	0,571	0,896	0,938	1,242	0,964
<i>UNH</i>	1,307	1,001	0,609	0,529	1,031	0,945
<i>UTX</i>	0,978	0,925	1,197	1,139	1,037	1,197
<i>VZ</i>	0,789	0,612	0,558	0,991	0,865	0,662
<i>WMT</i>	1,279	0,891	1,185	0,867	0,642	0,518
<i>XOM</i>	0,613	0,856	0,468	0,915	1,063	1,004

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16:  $R^2$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 4 años**

	<b>90- 93</b>	<b>94- 97</b>	<b>98- 01</b>	<b>02- 05</b>	<b>06- 09</b>	<b>10- 13</b>
<i>AXP</i>	0,264	0,306	0,494	0,622	0,623	0,602
<i>BA</i>	0,272	0,274	0,208	0,380	0,534	0,592
<i>CAT</i>	0,235	0,286	0,300	0,498	0,573	0,663
<i>CSCO</i>	0,118	0,159	0,244	0,366	0,595	0,345
<i>CVX</i>	0,135	0,284	0,082	0,336	0,635	0,705
<i>DD</i>	0,365	0,369	0,281	0,560	0,681	0,705
<i>DIS</i>	0,300	0,277	0,192	0,479	0,675	0,621
<i>GE</i>	0,475	0,506	0,512	0,627	0,529	0,659
<i>HD</i>	0,308	0,215	0,363	0,369	0,550	0,469
<i>IBM</i>	0,205	0,254	0,271	0,482	0,581	0,549
<i>INTC</i>	0,175	0,171	0,247	0,421	0,550	0,453
<i>JNJ</i>	0,246	0,265	0,146	0,316	0,524	0,547
<i>JPM</i>	0,206	0,278	0,441	0,555	0,541	0,575
<i>KO</i>	0,424	0,344	0,145	0,269	0,429	0,493
<i>MCD</i>	0,296	0,222	0,161	0,184	0,445	0,406
<i>MMM</i>	0,395	0,243	0,330	0,502	0,612	0,718
<i>MRK</i>	0,261	0,295	0,172	0,216	0,385	0,438
<i>MSFT</i>	0,226	0,198	0,255	0,493	0,519	0,428
<i>NKE</i>	0,227	0,106	0,096	0,282	0,490	0,362
<i>PFE</i>	0,195	0,228	0,148	0,327	0,516	0,470
<i>PG</i>	0,374	0,377	0,134	0,275	0,552	0,383
<i>T</i>	0,208	0,171	0,119	0,342	0,588	0,466
<i>TRV</i>	0,179	0,146	0,226	0,336	0,531	0,556
<i>UNH</i>	0,123	0,102	0,068	0,120	0,289	0,339
<i>UTX</i>	0,252	0,329	0,369	0,567	0,714	0,742
<i>VZ</i>	0,216	0,133	0,097	0,354	0,552	0,369
<i>WMT</i>	0,340	0,180	0,331	0,424	0,418	0,287
<i>XOM</i>	0,189	0,327	0,113	0,450	0,623	0,704

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17:  $\beta$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 1 año**

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
AXP	1,565	1,496	1,156	0,863	0,956	1,089	1,136	1,118	1,657	1,739	1,361	1,500	1,417	1,292	0,831	1,072	1,023	1,598	1,608	2,414	1,604	1,234	1,188	1,154	1,354
BA	1,475	1,124	0,692	0,581	0,632	1,295	0,979	1,105	1,066	0,685	0,640	1,322	0,983	1,124	1,143	0,997	1,394	0,854	0,991	1,209	1,443	1,260	1,118	1,130	1,142
CAT	1,011	1,034	1,334	0,906	1,520	1,855	1,153	0,957	1,131	0,990	1,137	1,171	1,069	1,192	1,427	1,477	1,658	1,141	1,107	1,698	1,655	1,579	1,641	0,983	1,129
CSCO	1,687	1,576	1,963	1,141	1,446	1,587	1,553	1,269	1,394	1,313	1,369	1,970	1,563	1,333	1,574	0,913	1,199	1,146	1,122	1,187	1,219	1,127	1,137	0,982	0,875
CVX	0,529	0,519	0,530	0,702	0,790	0,687	0,989	0,847	0,603	0,670	0,211	0,277	0,747	0,595	0,714	1,066	0,646	1,176	1,218	1,040	1,105	1,158	1,163	0,929	1,018
DD	1,097	1,258	1,092	0,964	1,177	1,084	1,027	1,113	1,013	0,975	0,943	1,071	1,067	1,054	0,972	1,190	0,991	1,012	1,108	1,566	1,345	1,303	1,263	1,124	0,955
DIS	1,297	1,008	1,184	1,049	1,016	0,944	0,911	0,905	1,158	0,760	0,432	1,352	1,311	1,439	1,209	0,955	0,900	1,024	1,158	1,327	1,133	1,262	0,994	1,252	1,187
GE	1,241	1,180	0,970	0,690	1,022	1,099	1,231	1,200	1,152	1,117	1,157	1,529	1,386	1,121	1,098	0,922	0,820	0,999	1,142	1,634	1,385	1,249	1,242	1,098	1,039
HD	1,711	1,293	1,193	1,144	1,272	0,695	1,233	0,796	1,389	1,093	1,534	1,552	1,085	1,127	1,091	1,363	1,100	1,120	1,085	1,099	1,009	0,934	0,959	0,978	0,847
IBM	0,951	0,970	0,959	0,730	1,031	0,919	1,296	1,243	0,971	1,204	1,016	1,099	1,203	1,039	0,801	0,957	0,929	0,914	0,801	0,807	0,899	0,868	0,993	1,042	0,908
INTC	1,410	1,338	1,141	1,319	0,977	1,309	0,983	1,167	1,085	1,252	1,393	1,848	1,723	1,488	1,367	1,184	1,489	1,272	1,112	1,134	1,167	0,939	1,220	0,905	1,039
JNJ	1,067	0,974	0,921	1,002	0,581	0,505	1,059	1,027	0,769	0,811	0,540	0,193	0,770	0,719	0,554	0,653	0,486	0,467	0,635	0,459	0,581	0,657	0,536	0,891	0,957
JPM	1,329	1,401	1,416	1,475	0,879	0,919	1,243	1,009	1,629	1,613	1,355	1,405	1,667	1,507	1,087	0,896	1,284	1,450	1,621	2,581	1,452	1,598	1,524	1,274	1,202
KO	1,444	1,164	1,208	0,877	0,610	0,554	1,203	1,107	1,028	0,729	0,498	0,392	0,568	0,680	0,718	0,706	0,647	0,608	0,642	0,537	0,663	0,662	0,797	0,918	0,535
MCD	1,179	0,999	0,979	1,125	0,865	0,773	1,061	0,650	0,903	0,671	0,723	0,437	0,575	0,868	0,735	1,239	0,918	0,700	0,686	0,564	0,642	0,558	0,639	0,685	0,590
MMM	0,873	0,889	0,837	0,999	0,798	0,995	0,953	0,698	0,867	0,692	0,958	1,037	0,864	0,754	1,143	1,005	0,931	0,873	0,792	1,088	1,011	1,197	1,028	1,034	1,085
MRK	1,127	1,047	0,977	0,804	0,881	0,336	1,317	1,137	0,927	0,959	0,660	0,346	0,843	0,905	0,879	0,869	0,916	0,868	0,922	0,741	0,842	0,848	0,714	0,745	0,859
MSFT	1,450	1,300	1,418	1,126	0,932	1,367	1,229	0,982	1,114	1,120	1,067	1,278	1,234	1,269	0,893	0,807	0,875	1,026	1,035	0,995	0,993	0,895	1,227	0,907	0,965
NKE	1,662	1,277	1,117	1,554	0,619	0,643	0,879	0,772	0,787	0,627	0,859	0,696	0,787	0,821	0,762	0,843	0,503	0,902	0,983	1,024	1,038	0,995	0,697	0,915	1,095
PFE	0,922	1,026	0,963	0,885	0,566	0,281	0,983	1,202	1,062	1,096	0,540	0,402	0,935	0,877	1,057	0,879	0,904	0,886	0,870	0,738	0,860	0,905	0,634	0,897	0,901
PG	1,272	0,857	0,927	1,014	1,108	0,654	0,925	1,143	0,942	0,656	0,854	0,372	0,460	0,520	0,719	0,813	0,684	0,592	0,673	0,707	0,552	0,530	0,582	0,886	0,496
T	0,712	0,837	0,588	0,631	0,749	0,805	0,771	0,639	0,605	0,904	0,712	0,498	1,061	1,139	0,882	0,653	0,830	1,033	1,007	0,763	0,679	0,669	0,720	0,825	0,618
TRV	0,691	0,629	0,583	0,756	0,471	0,594	0,713	0,542	0,929	1,047	0,912	0,774	0,862	1,020	1,148	0,969	1,020	1,093	1,327	1,132	0,814	1,046	0,897	1,084	0,691
UNH	1,593	1,134	1,490	0,736	1,086	0,504	1,286	0,966	0,712	0,386	0,901	0,381	0,409	0,604	0,761	0,831	0,618	0,593	1,133	1,003	0,829	1,077	0,699	1,008	1,064
UTX	1,022	0,947	1,016	0,878	1,117	0,925	1,017	0,823	1,109	1,015	0,991	1,579	1,192	1,084	0,986	1,110	1,105	0,993	1,023	1,079	1,118	1,217	1,279	1,193	1,018
VZ	1,036	0,788	0,290	0,822	0,647	0,887	0,613	0,537	0,477	0,740	0,488	0,588	1,046	1,066	0,820	0,672	0,980	0,916	0,922	0,688	0,635	0,660	0,633	0,783	0,653
WMT	1,548	1,305	0,876	1,018	0,938	0,949	0,866	0,871	1,273	1,305	1,289	0,932	0,849	1,001	0,766	0,770	1,003	0,940	0,676	0,399	0,464	0,541	0,483	0,608	0,623
XOM	0,592	0,695	0,496	0,611	0,573	0,625	0,903	0,980	0,508	0,703	0,272	0,483	0,960	0,706	0,802	1,279	0,776	1,249	1,131	0,881	0,941	1,054	1,043	0,892	1,011

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18:  $R^2$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 1 año**

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
AXP	0,406	0,298	0,193	0,072	0,175	0,179	0,288	0,479	0,582	0,511	0,403	0,503	0,676	0,672	0,436	0,412	0,416	0,638	0,692	0,621	0,619	0,725	0,489	0,417	0,682
BA	0,497	0,340	0,096	0,054	0,135	0,215	0,248	0,387	0,243	0,101	0,098	0,422	0,413	0,410	0,370	0,233	0,362	0,380	0,611	0,536	0,613	0,760	0,509	0,287	0,414
CAT	0,296	0,264	0,216	0,139	0,399	0,257	0,256	0,330	0,332	0,140	0,312	0,478	0,618	0,508	0,422	0,362	0,320	0,512	0,681	0,618	0,715	0,786	0,553	0,312	0,379
CSCO	0,094	0,151	0,255	0,046	0,084	0,111	0,217	0,257	0,363	0,260	0,172	0,268	0,396	0,429	0,283	0,213	0,179	0,372	0,757	0,675	0,382	0,454	0,270	0,153	0,325
CVX	0,211	0,171	0,085	0,100	0,223	0,106	0,306	0,403	0,166	0,145	0,021	0,063	0,473	0,342	0,202	0,235	0,096	0,554	0,703	0,753	0,744	0,766	0,624	0,503	0,371
DD	0,490	0,492	0,246	0,164	0,406	0,204	0,323	0,452	0,284	0,203	0,212	0,490	0,628	0,578	0,438	0,414	0,357	0,490	0,765	0,718	0,745	0,800	0,569	0,488	0,423
DIS	0,526	0,400	0,226	0,107	0,215	0,139	0,240	0,481	0,351	0,115	0,036	0,400	0,540	0,545	0,277	0,314	0,214	0,529	0,793	0,655	0,614	0,741	0,428	0,494	0,530
GE	0,582	0,564	0,360	0,183	0,332	0,289	0,536	0,671	0,624	0,400	0,393	0,645	0,682	0,596	0,519	0,495	0,407	0,645	0,598	0,494	0,672	0,739	0,629	0,421	0,564
HD	0,446	0,392	0,257	0,102	0,282	0,059	0,226	0,339	0,468	0,258	0,275	0,514	0,364	0,321	0,406	0,497	0,281	0,428	0,618	0,557	0,491	0,569	0,368	0,322	0,306
IBM	0,610	0,341	0,128	0,045	0,145	0,119	0,211	0,441	0,403	0,209	0,195	0,398	0,523	0,536	0,347	0,308	0,413	0,417	0,706	0,505	0,669	0,668	0,528	0,306	0,325
INTC	0,374	0,190	0,098	0,084	0,130	0,098	0,110	0,313	0,277	0,182	0,175	0,391	0,470	0,446	0,235	0,352	0,294	0,495	0,634	0,553	0,557	0,532	0,453	0,194	0,265
JNJ	0,619	0,369	0,146	0,083	0,100	0,051	0,298	0,467	0,332	0,221	0,112	0,033	0,372	0,309	0,164	0,235	0,175	0,356	0,668	0,391	0,526	0,651	0,436	0,497	0,510
JPM	0,210	0,201	0,207	0,209	0,172	0,099	0,360	0,433	0,491	0,423	0,374	0,488	0,554	0,691	0,474	0,466	0,545	0,628	0,536	0,608	0,579	0,686	0,409	0,447	0,534
KO	0,684	0,513	0,275	0,144	0,133	0,072	0,455	0,526	0,431	0,139	0,060	0,113	0,270	0,293	0,202	0,370	0,354	0,419	0,478	0,333	0,471	0,638	0,499	0,354	0,150
MCD	0,449	0,304	0,164	0,241	0,213	0,103	0,316	0,271	0,286	0,124	0,142	0,118	0,169	0,186	0,176	0,300	0,256	0,309	0,581	0,369	0,464	0,490	0,288	0,334	0,257
MMM	0,612	0,449	0,295	0,233	0,251	0,183	0,274	0,271	0,337	0,148	0,309	0,565	0,640	0,454	0,394	0,382	0,252	0,446	0,716	0,697	0,628	0,808	0,731	0,569	0,615
MRK	0,627	0,495	0,174	0,050	0,182	0,021	0,372	0,473	0,387	0,247	0,128	0,060	0,428	0,352	0,061	0,109	0,224	0,342	0,483	0,254	0,436	0,629	0,302	0,207	0,240
MSFT	0,324	0,261	0,176	0,103	0,139	0,115	0,253	0,303	0,343	0,230	0,153	0,388	0,545	0,513	0,321	0,330	0,168	0,438	0,661	0,419	0,533	0,639	0,497	0,131	0,305
NKE	0,340	0,231	0,151	0,147	0,065	0,054	0,110	0,153	0,128	0,046	0,100	0,125	0,330	0,288	0,197	0,192	0,104	0,362	0,567	0,478	0,549	0,472	0,127	0,208	0,324
PFE	0,382	0,310	0,152	0,057	0,081	0,011	0,212	0,481	0,309	0,210	0,076	0,084	0,408	0,389	0,225	0,160	0,175	0,589	0,764	0,308	0,436	0,619	0,333	0,313	0,370
PG	0,702	0,427	0,204	0,182	0,333	0,101	0,303	0,571	0,312	0,140	0,105	0,084	0,241	0,399	0,288	0,330	0,252	0,361	0,693	0,487	0,444	0,557	0,271	0,304	0,213
T	0,297	0,340	0,126	0,068	0,132	0,126	0,200	0,211	0,129	0,163	0,110	0,102	0,392	0,314	0,253	0,276	0,228	0,453	0,720	0,490	0,533	0,601	0,357	0,309	0,220
TRV	0,225	0,223	0,108	0,140	0,073	0,063	0,219	0,242	0,333	0,203	0,203	0,215	0,312	0,436	0,334	0,295	0,333	0,443	0,571	0,507	0,501	0,654	0,427	0,519	0,404
UNH	0,225	0,126	0,148	0,018	0,118	0,014	0,097	0,185	0,068	0,014	0,201	0,071	0,107	0,153	0,112	0,176	0,052	0,185	0,377	0,226	0,271	0,539	0,156	0,233	0,380
UTX	0,405	0,260	0,195	0,125	0,321	0,215	0,349	0,393	0,502	0,245	0,242	0,522	0,628	0,558	0,377	0,482	0,364	0,611	0,795	0,710	0,759	0,841	0,614	0,596	0,529
VZ	0,422	0,238	0,042	0,114	0,129	0,146	0,115	0,149	0,094	0,113	0,055	0,184	0,387	0,359	0,272	0,244	0,351	0,479	0,653	0,422	0,409	0,523	0,277	0,209	0,229
WMT	0,526	0,479	0,226	0,095	0,146	0,120	0,117	0,316	0,490	0,301	0,270	0,364	0,459	0,525	0,252	0,279	0,327	0,480	0,590	0,185	0,288	0,474	0,123	0,247	0,260
XOM	0,253	0,282	0,082	0,120	0,164	0,136	0,307	0,476	0,152	0,174	0,032	0,179	0,588	0,430	0,307	0,318	0,158	0,601	0,699	0,666	0,709	0,771	0,689	0,475	0,442

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19:  $\beta$  de los títulos componentes del Dow Jones Industrial Average para ventanas temporales de 2 años**

	<b>91- 92</b>	<b>93- 94</b>	<b>95- 96</b>	<b>97- 98</b>	<b>99- 00</b>	<b>01- 02</b>	<b>03- 04</b>	<b>05- 06</b>	<b>07- 08</b>	<b>09- 10</b>	<b>11- 12</b>	<b>13- 14</b>
<i>AXP</i>	1,378	0,919	1,120	1,402	1,504	1,450	1,150	1,048	1,608	2,164	1,223	1,265
<i>BA</i>	0,980	0,612	1,090	1,085	0,654	1,120	1,129	1,181	0,974	1,281	1,226	1,142
<i>CAT</i>	1,131	1,284	1,395	1,049	1,079	1,110	1,266	1,558	1,112	1,684	1,594	1,060
<i>CSCO</i>	1,705	1,331	1,566	1,333	1,355	1,728	1,412	1,053	1,124	1,198	1,129	0,921
<i>CVX</i>	0,521	0,757	0,883	0,719	0,383	0,556	0,631	0,867	1,213	1,059	1,159	0,979
<i>DD</i>	1,203	1,092	1,046	1,061	0,957	1,068	1,027	1,098	1,096	1,497	1,293	1,033
<i>DIS</i>	1,063	1,027	0,923	1,039	0,555	1,328	1,368	0,934	1,139	1,267	1,198	1,217
<i>GE</i>	1,110	0,894	1,185	1,175	1,144	1,444	1,113	0,874	1,124	1,556	1,248	1,068
<i>HD</i>	1,264	1,217	1,046	1,108	1,371	1,276	1,116	1,237	1,085	1,071	0,940	0,906
<i>IBM</i>	0,968	0,912	1,162	1,099	1,089	1,162	0,965	0,947	0,815	0,836	0,898	0,969
<i>INTC</i>	1,267	1,112	1,094	1,123	1,343	1,775	1,457	1,321	1,134	1,144	1,006	0,975
<i>JNJ</i>	0,961	0,740	0,868	0,891	0,641	0,535	0,665	0,575	0,613	0,497	0,628	0,927
<i>JPM</i>	1,406	1,110	1,131	1,335	1,450	1,561	1,379	1,079	1,596	2,231	1,580	1,235
<i>KO</i>	1,182	0,711	0,978	1,066	0,582	0,496	0,693	0,679	0,639	0,576	0,694	0,710
<i>MCD</i>	0,992	0,966	0,964	0,782	0,703	0,520	0,827	1,089	0,687	0,588	0,577	0,633
<i>MMM</i>	0,871	0,876	0,967	0,787	0,855	0,934	0,874	0,969	0,803	1,065	1,157	1,063
<i>MRK</i>	1,030	0,847	0,978	1,026	0,768	0,640	0,898	0,893	0,917	0,773	0,815	0,807
<i>MSFT</i>	1,344	1,001	1,274	1,051	1,097	1,253	1,152	0,839	1,035	0,995	0,975	0,938
<i>NKE</i>	1,226	0,970	0,798	0,779	0,770	0,751	0,803	0,684	0,973	1,028	0,923	1,014
<i>PFE</i>	1,012	0,687	0,741	1,128	0,743	0,718	0,935	0,892	0,871	0,776	0,840	0,900
<i>PG</i>	0,878	1,070	0,831	1,037	0,782	0,424	0,581	0,752	0,663	0,659	0,542	0,674
<i>T</i>	0,753	0,704	0,786	0,621	0,782	0,832	1,058	0,740	1,011	0,737	0,681	0,712
<i>TRV</i>	0,614	0,582	0,673	0,746	0,957	0,826	1,060	0,991	1,295	1,033	1,010	0,870
<i>UNH</i>	1,258	0,951	1,020	0,832	0,700	0,398	0,651	0,723	1,064	0,949	0,986	1,037
<i>UTX</i>	0,970	1,025	0,985	0,973	0,998	1,349	1,055	1,106	1,019	1,091	1,232	1,100
<i>VZ</i>	0,619	0,717	0,710	0,506	0,585	0,860	0,987	0,822	0,921	0,671	0,654	0,713
<i>WMT</i>	1,166	0,968	0,895	1,082	1,298	0,883	0,928	0,880	0,708	0,419	0,527	0,616
<i>XOM</i>	0,629	0,588	0,807	0,732	0,433	0,766	0,734	1,041	1,146	0,899	1,052	0,958

Fuente: Elaboración propia