

# **La importancia de los métodos de decisión multicriterio en la prima de riesgo**

García Centeno, María del Carmen, [garcen@ceu.es](mailto:garcen@ceu.es)  
Rodríguez Sánchez, Sonia, [sonia.rodriguezsanchez@ceu.es](mailto:sonia.rodriguezsanchez@ceu.es)  
Aguirre Arrabal, Cristina, [aguarr@ceu.es](mailto:aguarr@ceu.es)  
*Departamento Interfacultativo de Matemática Aplicada y Estadística  
Universidad CEU San Pablo*

## **RESUMEN**

La crisis financiera, en la que actualmente seguimos inmersos, ha dado lugar a grandes diferencias en la prima de riesgo entre los diferentes países de la Unión Europea (UE). Estas diferencias son mayores en los países periféricos y algunos de los países que se han ido incorporando recientemente en la UE. Para poder establecer un ordenamiento de la prima de riesgo de diferentes países se ha utilizado la metodología multicriterio basada en la información macroeconómica más relevante y estadísticamente significativa de veintisiete países de la Unión Europea.

## **ABSTRACT**

Financial crisis, we are currently involved, has generated great differences in the risk premium among some European Union (EU) countries. The highest differences are in the peripheral countries and some of those that have recently joined to the EU. To establish a ranking of risk premium of the different countries we have used the multicriteria decision methods, which are based on the most important and statistically significant macroeconomic variables from twenty seven countries of the EU.

***Palabras claves:***

Prima de riesgo; Unión Europea (UE); datos de panel; decisión multicriterio

***Keywords:***

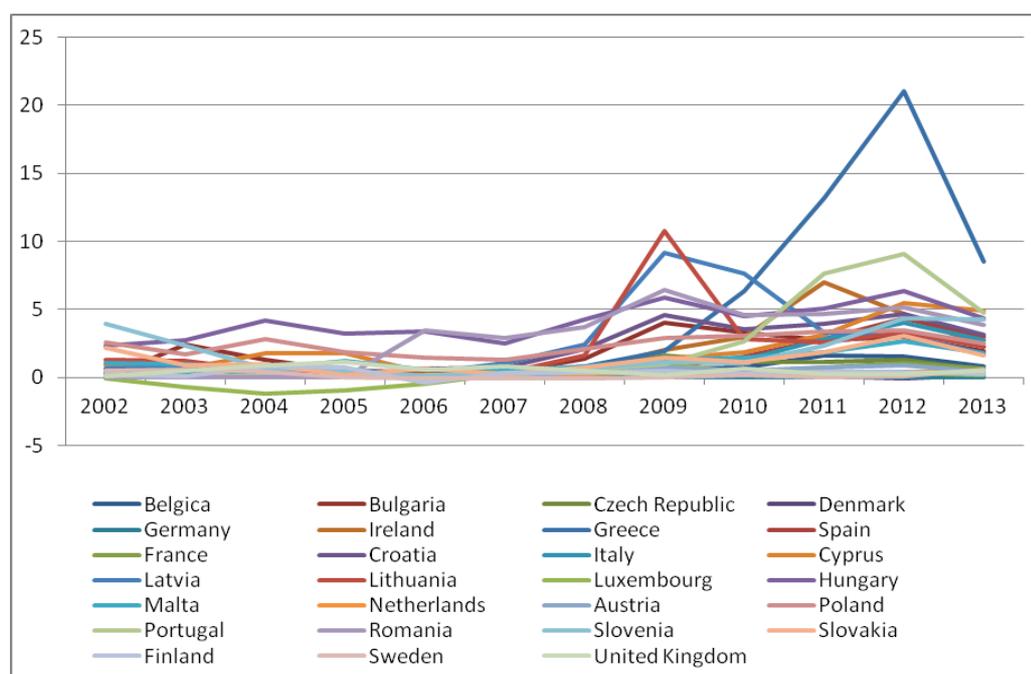
Risk Premium; European Union; Panel data; Multicriteria decision aid methods

***Área temática:*** A5 – Aspectos cuantitativos de problemas económicos y empresariales.

## 1. INTRODUCCIÓN

La prima de riesgo en nuestro escenario económico es el diferencial de los tipos de interés de la deuda pública de veintisiete países de la Unión Europea (UE) objeto de estudio<sup>1</sup>, con respecto a la deuda alemana. De este modo, desde el inicio de la Unión Europea y hasta el comienzo de la crisis financiera en agosto de 2007 las primas de riesgo entre los diferentes Estados han sido muy similares y no muy elevadas (en los países de la zona euro ha sido prácticamente nula) como se pueden apreciar en el gráfico 1.

**Gráfico 1. Diferencial de tipo de interés de deuda pública a diez años con respecto Alemania.**



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Eurostat:  
(<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/themes>).

Desde 2002 hasta 2007, todos los países analizados tienen un diferencial un poco mayor que el de Alemania excepto Luxemburgo que es menor, es decir, prácticamente

<sup>1</sup> El único país de Unión Europea que no ha sido incluido es Estonia, ya que en Eurostat no se dispone de información de las variables objeto de estudio.

la primera década del funcionamiento de la Unión Monetaria y Europea se había eliminado la prima de riesgo entre dichos países, de forma que el tipo de interés de la deuda era muy similar al de Alemania.

Es a partir de 2008, año en el que comienza la crisis financiera, donde estos diferenciales se disparan mostrando el riesgo de estos países y, por consiguiente, aumentando el coste de su endeudamiento, el cual, ha dado lugar a la aprobación de planes de rescate para Grecia, Irlanda, Portugal y el rescate para el sector financiero en España.

Durante el periodo de crisis, como se puede ver en el gráfico 1, los países más afectados son Grecia (que supera el 13% en 2011) y Portugal (el cual supera el 9% en 2012) sin tener en cuenta las repúblicas bálticas.

Es importante destacar, que la deuda pública de un país es el tipo libre de riesgo y el resto de activos deben pagar una rentabilidad mayor para compensar al inversor del riesgo asumido. Por esta razón, el aumento de la prima de riesgo es equivalente a una subida de tipos de interés del banco central y tiene efectos claramente contractivos. El aumento del diferencial tiene efectos directos sobre los costes de financiación del Tesoro y deteriora las finanzas públicas. Sin embargo, los efectos más negativos son los indirectos sobre la actividad y el empleo, Garmendia (2010).

En Mayo de 2010 la coordinación de la política fiscal, así como el cumplimiento y reforzamiento del Plan de Estabilización constituyeron el núcleo central para prevenir y corregir los desequilibrios macroeconómicos de la crisis, buscando no solo la estabilidad sino también el crecimiento, Amor (2011), Deutsche Bank (2011). Todas estas propuestas comparten la preocupación por encontrar una salida a la crisis actual de la deuda pública en la zona euro y, a la vez, el deseo de afrontar la crisis de las entidades financieras transnacionales con una política fiscal común.

Después de esta introducción, en la siguiente sección se realiza una descripción de variables macroeconómicas que afectan a los veintisiete países de la Unión Europea. En la tercera sección, se plantea un modelo de datos de panel para estimar que variables macroeconómicas son estadísticamente significativas a la hora de determinar la dinámica de la prima de riesgo de un país. Con estas variables económicas estadísticamente significativas, en la sección cuarta, se establecerá un ranking entre los diferentes países objeto de estudio, para ello se utilizarán los métodos multicriterio

discretos en dos escenarios diferentes. El primero de los escenarios es para el periodo previo a la crisis (se utilizará el año 2007) y el segundo para el periodo de crisis (se utilizará el año 2013). Finalmente, se ofrecen las principales conclusiones del estudio.

## **2. VARIABLES MACROECONÓMICAS**

A continuación se va a hacer una breve descripción de las variables macroeconómicas que se van a tener en cuenta en la estimación realizada con modelos de datos de panel y con los métodos de decisión multicriterio discretos. La descripción que se va a utilizar para estas variables ha sido obtenida en su mayor parte, a través del Eurostat<sup>2</sup>. El periodo muestral está formado por datos anuales comprendidos entre 2002 y 2013. Las variables con las que se va a trabajar son las siguientes:

- **Tasa de crecimiento real del PIB**

El producto interno bruto (PIB) es una medida de la actividad económica, definida como el valor de todos los bienes y servicios producidos, menos el valor de los bienes o servicios utilizados en su creación. El cálculo de la tasa de crecimiento anual del volumen del PIB se destina a permitir la comparación de la dinámica del desarrollo económico, tanto en el tiempo como entre las economías de diferentes tamaños. Para la medición de la tasa de crecimiento del PIB en términos de volúmenes, PIB a precios corrientes, se valoran los precios del año anterior y los cambios de volumen respecto de un año de referencia mediante una serie de enlaces en cadena. En consecuencia, los movimientos de precios no inflan la tasa de crecimiento. Es de destacar que una elevada tasa de crecimiento del PIB mejora la solvencia de la economía de un país, es decir, la capacidad para hacer frente a la deuda.

---

<sup>2</sup> No se ha podido utilizar otro tipo de variables macroeconómicas, ya que en Eurostat, no se dispone de información para todos los países objeto de estudio.

Página web Eurostat: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/themes>

- **Saldo presupuestario público**

Equivale al déficit o superávit público de un determinado país y se calcula como la diferencia que existe entre los ingresos fiscales y el gasto público. Es importante destacar que cuanto mayor sea el déficit público de un país, mayores serán las necesidades de emitir deuda por el mismo. Esta variable va a ser medida como porcentaje del déficit o superávit sobre el PIB.

- **Costes laborales unitarios (REER)**

Esta variable se mide a través del tipo efectivo real frente a treinta y seis socios comerciales que incluye los países que integran la UE más los siguientes 9 países industrializados: Australia, Canadá, Estados Unidos, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, México, Suiza y Turquía. Tiene como objetivo evaluar a un país (o la moneda de la zona), el precio o la competitividad de costos con respecto a sus principales competidores en los mercados internacionales. Un aumento en el índice significa una pérdida de competitividad.

- **La deuda privada**

La deuda del sector privado es el stock de pasivos en poder de las sociedades no financieras, los hogares y las instituciones sin fines de lucro. Los instrumentos que se tienen en cuenta para elaborar la deuda del sector privado son valores distintos de acciones y préstamos, por lo que, no hay otros instrumentos que se agreguen para el cálculo de la deuda del sector privado. Es importante destacar que un mayor nivel de deuda bruta incrementa el riesgo de solvencia. Eurostat solo ofrece datos anuales y la variable con la que se trabajará es el porcentaje de deuda sobre PIB.

- **La inflación**

Se calcula como la tasa anual media de variación del IPC armonizado. Los índices de precios de consumo armonizados (IPCA) se han diseñado para las comparaciones internacionales de la inflación de precios en el consumidor. El IPCA se utiliza, por ejemplo, por el Banco Central Europeo para el

seguimiento de la inflación en la Unión Económica y Monetaria y para la evaluación de la convergencia de la inflación según lo dispuesto en el artículo 121 del Tratado de Ámsterdam.

- **La tasa de desempleo**

Esta representa las personas desempleadas como porcentaje de la fuerza laboral. La fuerza de trabajo es el número total de personas empleadas y desempleadas. Las personas desempleadas comprenden personas de 15 a 74 años que se encontraban: sin trabajo durante la semana de referencia; disponibles para trabajar, es decir, estaban disponibles para un trabajo remunerado o por cuenta propia antes del final de las dos semanas siguientes a la semana de referencia; en búsqueda activa de trabajo, es decir, ha tomado medidas específicas en el período de cuatro semanas antes a la semana de referencia para buscar un empleo asalariado o por cuenta propia o que hayan encontrado un trabajo que comenzarán más tarde, es decir, dentro de un período de, como máximo, tres meses.

### **3. ESTIMACIÓN DE MODELOS DE DATOS DE PANEL PARA LA PRIMA DE RIESGO.**

La ecuación general que caracteriza a los modelos de datos de panel bajo las hipótesis de linealidad, homocedasticidad y ausencia de correlación temporal y espacial en el ruido aleatorio, viene dada por la siguiente expresión:

$$y_{it} = \mathbf{x}_{it}^T \boldsymbol{\beta} + \alpha_i + u_{it} \quad u_{it} : N(0, \sigma^2), \quad \text{Cov}(u_{it}, u_{jt}) = 0 \quad \forall i \neq j, t \neq s \quad (1)$$

donde:

$y_{it}$ , es la variable dependiente, que en nuestro modelo va a representar la prima de riesgo del país  $i$  en el instante  $t$ .

$\mathbf{x}_{it}^T$ , es el vector de variables independientes del modelo, que en nuestro caso representa las diferentes características particulares de cada país en cada instante de tiempo. Estas características particulares en nuestro trabajo vendrán representadas por las seis variables de carácter macroeconómico descritas en el apartado anterior.

$\beta$ , representa los coeficientes constantes respecto de los individuos y el tiempo. Estos coeficientes nos van a permitir explicar cuál es la influencia de cada una de las variables macroeconómicas de cada uno de los países en su prima de riesgo.

$\alpha_i$ , es el componente idiosincrático de cada país el cual se mantiene estable en el tiempo.

$u_{it}$ , es la perturbación aleatoria que vamos a suponer que sigue una distribución Normal con media nula y varianza constante e igual a  $\sigma^2$ . Se supone que no existe correlación temporal ni espacial, es decir,  $Cov(u_{it}, u_{js})=0 \forall i \neq j, t \neq s$ .

En nuestro modelo no se incluye una constante, ya que, para captar la prima de riesgo de cada uno de los países se utilizará una variable dummy<sup>3</sup> por país. El componente idiosincrático se va a considerar como un parámetro constante que se estimará como un intercepto diferente para cada uno de los países, es decir, los coeficientes de las pendientes se mantienen constantes pero la intersección varía para cada uno de los países. Por lo tanto, el tipo modelo de datos de panel que vamos a utilizar es un modelo con efectos fijos. Para estimar este modelo “bajo las hipótesis anteriormente mencionadas” se va a utilizar el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios con una variable dummy por país (modelo LSDV), Baltagi (2005) y Green (2008).

### 3.1 Análisis de los resultados obtenidos con datos de panel

El modelo de datos de panel con efectos fijos estimado es no balanceado, ya que, alguno de los países no tiene disponible la muestra temporal completa. Para realizar este trabajo, primero se va a proceder a realizar un contraste de cambio estructural para comprobar (según se puede observar en el Gráfico 1) si se ha producido un cambio estructural en el periodo precrisis y en el periodo de crisis. Para ello, se han estimado tres modelos, el primero, con todo el periodo muestral para determinar la influencia de

---

<sup>3</sup> Existen otro tipo de modelos de datos de panel como los modelos de efectos aleatorios. Sin embargo, en nuestro caso se prefiere los datos de modelos de panel con efectos fijos, ya que, en los modelos de efectos aleatorios se consideran los países del estudio como una muestra aleatoria de una población de países más amplia (este no es nuestro caso).

las variables macroeconómicas en la prima de riesgo, el segundo modelo, con la información muestral correspondiente al periodo de precrisis y el último con los datos disponibles para el periodo muestral. Para este contraste los resultados del test de Chow son:  $F(33, 264) = 10.89[0.000]**$ , lo que implica que para un nivel de significación del 5% se rechaza la hipótesis nula de ausencia de cambio estructural y es necesario la utilización de dos modelos diferentes, uno para el periodo anterior a la crisis (2002-2007) y otro para el periodo de crisis (2008-2013). En los epígrafes siguientes se ofrecen los resultados obtenidos de dichas estimaciones.

### 3.3.1 Modelo estimado con todas las variables explicativas y en el periodo precrisis.

Los resultados de la estimación<sup>4</sup> por mínimos cuadrados ordinarios con una variable dummy por cada país (LSDV), la cual nos indica la influencia de cada una de las variables macroeconómicas en la prima de riesgo en los años comprendidos entre 2002 y 2007 (ambos inclusive), se refleja en la Tabla 1 siguiente:

**Tabla 1. Resultados de la estimación para la prima de riesgo con un modelo de datos de panel con efectos fijos, no balanceado, con datos anuales en el periodo muestral comprendido entre 2002-2007.**

	Estimación	Std. Error	t-value	Pr (> t )
Crecimiento real PIB	-0.254086	0.06001	-4.23	0.000
REER	-0.025710	0.01928	-1.33	0.183
Déficit	0.073889	0.06838	1.08	0.281
Deuda privada	0.004532	0.003622	1.25	0.212
Inflación	-0.001127	0.09934	-0.011	0.991
Tasa de desempleo	0.298384	0.1388	2.15	0.032

Si se realiza un contraste de significatividad individual para cada uno de los parámetros estimados, se puede apreciar que para un nivel de significación del 5% se rechaza la hipótesis nula en todos los casos excepto para la tasa de desempleo y el crecimiento real del PIB, lo que implica que en el periodo muestral analizado estas son las variables estadísticamente significativas para explicar la prima de riesgo. Los

---

<sup>4</sup> Los resultados de la estimación de este modelo, se han obtenido utilizando el Oxmetrics.

valores estimados de los coeficientes de estas dos variables significativas son los esperados, ya que, cuanto mayor sea el desempleo de los países mayor será su prima de riesgo y cuando mayor sea la tasa de crecimiento del PIB menor será su prima de riesgo.

Los efectos fijos de los países obtenidos en la estimación de este modelo se muestran en Tabla 2 siguiente:

**Tabla 2. Efectos fijos por países (muestra completa periodo muestral con datos anuales comprendidos entre 2002- 2007)**

	Estimación	Std. Error	t-value	Pr (> t )
Bélgica	-1.90395	1.051	-1.81	0.071
Bulgaria	-0.834193	1.560	-0.535	0.593
República Checa	-0.587863	0.7649	-0.769	0.443
Dinamarca	-2.35814	1.069	-2.21	0.028
Alemania	-2.60250	1.086	-2.40	0.017
Irlanda	-0.846826	1.048	-0.808	0.420
Grecia	0.791921	1.299	0.610	0.543
España	-3.44221	1.819	-1.89	0.060
Francia	-2.39872	1.082	-2.22	0.027
Croacia	-1.68664	1.615	-1.04	0.297
Italia	-1.56626	1.011	-1.55	0.122
Chipre	-0.226225	0.9423	-0.240	0.810
Letonia	-0.157573	1.639	-0.0961	0.923
Lituania	0.0823291	1.367	0.0602	0.952
Luxemburgo	-1.67802	0.9053	-1.85	0.065
Hungría	1.89072	1.100	1.72	0.087
Holanda	-1.58999	0.8313	-1.91	0.057
Austria	-1.03874	0.6655	-1.56	0.120
Polonia	-0.379300	1.535	-0.247	0.805
Portugal	-1.38675	1.225	-1.13	0.259
Eslovenia	-0.01154	0.8575	-0.0135	0.989
Eslovaquia	-1.77895	1.764	-1.01	0.314
Finlandia	-2.38619	1.249	-1.91	0.057
Suecia	-2.34471	1.147	-2.04	0.042
Reino Unido	-1.36581	0.8090	-1.69	0.093
Malta	-0.626470	0.8313	-0.754	0.452
Rumania	1.71335	1.277	1.34	0.181

El efecto fijo de cada uno de los países (respecto al nivel medio) nos muestra que países como Grecia, Lituania, Hungría y Rumania tienen valor estimado positivo, lo que indica que estos países, en este periodo muestral, han estado perjudicados por su prima de riesgo si se consideran las variables macroeconómicas que se han incluido en este modelo estimado. Por el contrario, el resto de los países se han visto beneficiados en su prima de riesgo, ya que, son los países que tienen un mayor valor estimado negativo del efecto fijo, García et al. (2011).

### 3.3.2. Modelo de datos de panel estimado con todas las variables macroeconómicas en el periodo de crisis.

Con el propósito de aislar el efecto que las variables macroeconómicas tienen sobre la prima de riesgo en el periodo de crisis, se ha vuelto a estimar un modelo de datos de panel con todas las variables pero utilizando solo los datos comprendidos entre el año 2008 y el año 2013. Los resultados de dicha estimación se ofrecen en la Tabla 3.

**Tabla 3. Resultados de la estimación para la prima de riesgo con un modelo de datos de panel con efectos fijos, no balanceado, con datos anuales en el periodo de crisis**

	Estimación	Std. Error	t-value	Pr (> t )
Crecimiento real PIB	-0.198088	0.06000	-3.30	0.001
REER	0.011131	0.02524	0.441	0.660
Déficit	0.131195	0.08357	1.57	0.120
Deuda privada	0.032094	0.02060	1.56	0.122
Inflación	0.248240	0.1003	2.47	0.015
Tasa de desempleo	0.608170	0.1707	3.56	0.001

Si se realiza un contraste de significatividad individual sobre cada uno de los parámetros estimados para un nivel de significación del 5%, en el que en la hipótesis nula se plantea que el valor del parámetro es cero frente a la alternativa que es distinto de cero, entonces, podemos resaltar los siguientes resultados obtenidos al aislar el periodo de crisis:

- Durante el periodo de crisis el crecimiento real del PIB y la tasa de desempleo al igual que al considerar el periodo muestral previo a la crisis siguen siendo estadísticamente significativas para un nivel de significación del 5% y, además, en este subperíodo también es significativa la inflación. Como es de esperar, de acuerdo con los valores estimados de los parámetros, un aumento del PIB y una reducción de la inflación y de la tasa de desempleo contribuyen a una disminución en la prima de riesgo de un país. El valor estimado del parámetro del PIB indica que si éste aumenta la prima de riesgo de un país disminuye, mientras que por el contrario si su tasa de desempleo y la inflación aumentan también aumentará su prima de riesgo.
- El resto de las variables siguen sin ser estadísticamente significativas.

Analizada la influencia de algunas variables macroeconómicas en la prima de riesgo en veintisiete países de la Unión Europea, se va a proceder en la siguiente sección a realizar un ordenamiento entre estos países de acuerdo con los resultados obtenidos mediante la utilización de los métodos de decisión multicriterio en el periodo anterior a la crisis y en el periodo de la crisis.

#### **4. MÉTODOS DE DECISION MUTICRITERIO DISCRETA.**

Uno de los métodos de decisión multicriterio más utilizados en la práctica son los métodos Promethee, Brans et al. (1984), Brans y Vincke (1985), Goumans y Lygerou (2000). Estos métodos se basan en la comparación de alternativas por pares cuando estas son evaluadas simultáneamente bajo diferentes criterios de evaluación.

Para poder trabajar con este tipo de métodos es necesario crear una matriz de decisión. En nuestro caso, se va a proceder a realizar un ordenamiento entre veintisiete países de la Unión Europea utilizando la información macroeconómica significativa en dos momentos concretos del tiempo: antes del comienzo de la crisis, en la que en la actualidad nos vemos inmersos (año 2007) y para el periodo de crisis se utilizará el último año del que se ha obtenido información para todas las variables (año 2013). En ambos casos, los principales elementos de esta matriz de decisión son los siguientes:

- Las alternativas. Son los elementos entre los cuales se trata de establecer un ranking. En nuestro caso, las alternativas son los siguiente veintisiete países de la Unión Europea: Austria, Bélgica, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Holanda, Portugal, España, Luxemburgo, Dinamarca, Reino Unido, República Checa, Suecia, Eslovaquia, Lituania, Malta, Bulgaria, Letonia, Polonia, Croacia, Rumania, Eslovenia, Hungría, Chipre.
- Los criterios. Son las variables bajo las cuales se analiza cada uno de los países. Estos criterios pueden maximizarse o minimizarse. Además, a cada uno de ellos se le asigna una ponderación (normalizada o no) que indica cuál es la importancia de cada uno de los criterios para establecer un ranking entre las diferentes alternativas. En este caso se ha asignado el mismo peso a cada uno de los criterios.

Los criterios bajo los cuales se evalúa cada uno de los países de la UE son las variables estadísticamente significativas para explicar la prima de riesgo en dos escenarios diferentes. Por un lado, antes del comienzo de la crisis, en el año 2007 se han utilizado: la máxima tasa de crecimiento del PIB y la mínima tasa de desempleo; y, por otro lado, en el periodo de crisis, el año 2013, en el que se ha utilizado, además de las anteriores, el mínimo déficit.

- Los pseudocriterios. Para poder establecer si un país es indiferente o preferido en un sentido estricto o en un sentido débil a otro, es necesario establecer cuál es el pseudocriterio utilizado al evaluar los diferentes países bajo los diferentes criterios.

Para llevar a cabo el análisis, el software utilizado ha sido el Decision Lab, el cual tiene implementado los siguientes pseudocriterios:

A) El *Usual*, el cual está definido de la siguiente forma: 
$$H(d) = \begin{cases} 0 & d = 0 \\ 1 & |d| > 0 \end{cases}$$

( $d$  es la diferencia de resultados entre dos alternativas para un mismo criterio).

B) El *U-Shape*. Este criterio de indiferencia se define como:

$$H(d) = \begin{cases} 0 & |d| \leq q \\ 1 & |d| > q \end{cases}, \text{ donde } q, \text{ es el umbral de indiferencia.}$$

C) El *V-Shape*. Este criterio de preferencia está definido como:

$$H(d) = \begin{cases} \frac{|d|}{p} & |d| \leq p \\ 1 & |d| > p \end{cases}, \text{ donde } p, \text{ es el umbral de preferencia.}$$

D) El *Level*. El criterio de nivel o en escalera se define como:

$$H(d) = \begin{cases} 0 & |d| \leq q \\ \frac{1}{2} & q < |d| \leq p \\ 1 & |d| > p \end{cases}, \text{ donde } q \text{ y } p, \text{ son respectivamente los umbrales de}$$

indiferencia y preferencia.

E) El *Linear*. Este criterio con preferencia lineal se define de la siguiente forma:

$$H(d) = \begin{cases} 0 & |d| \leq q \\ \frac{|d| - q}{p - q} & q < |d| \leq p \\ 1 & |d| > p \end{cases}$$

donde  $q$  y  $p$ , son respectivamente los umbrales de indiferencia y preferencia.

F) El *Gaussiano*. Si  $\sigma^2$  es la varianza, este criterio se define como:

$$H(d) = 1 - e^{-\frac{d^2}{2\sigma^2}}$$

En este trabajo, con el fin de simplificar los cálculos y evitar valoraciones subjetivas, a la hora de establecer cuál es el umbral de preferencia o indiferencia asignado a cada criterio para el cálculo de los índices de preferencias entre países, se ha optado por asignar el pseudocriterio lineal sin umbrales (lo que implica que un país va a ser preferido a otro cuando sus resultados son mejores para ese criterio).

- Los resultados. Son los valores de las variables macroeconómicas que se obtienen al evaluar cada uno de los países bajo cada una de los criterios.

Con el fin de establecer si ha habido cambios en el ranking de los países analizados y, a su vez, si hay grandes diferencias entre este ranking y la prima de riesgo de cada uno de ellos, en los dos escenarios planteados se han calculado las matrices de decisión siguientes:

**Tabla 4. Matriz de decisión para el año 2007 y el año 2013**

	Año 2007			Año 2013		
	PIB	Desempleo		PIB	Desempleo	Inflación
Bélgica	2.9000	7.5000		0.2000	8.4000	1.2000
Bulgaria	6.4000	6.9000		0.9000	12.9000	0.4000
República Checa	-4.5000	6.7000		-0.9000	7.0000	1.4000
Dinamarca	1.6000	3.8000		0.4000	7.0000	0.5000
Alemania	3.3000	8.7000		0.4000	5.6000	1.6000
Irlanda	5.0000	4.7000		0.2000	13.1000	0.4000
Grecia	3.5000	8.3000		-3.9000	27.3000	-0.9000
España	3.5000	8.3000		-0.6000	26.4000	1.5000
Francia	2.3000	8.4000		0.2000	10.8000	1.0000
Croacia	5.4000	9.6000		-1.0000	17.6000	2.3000
Italia	1.7000	6.1000		-1.9000	12.2000	1.2000
Chipre	5.1000	3.9000		-5.4000	16.0000	0.4000
Letonia	10.0000	6.1000		4.1000	11.9000	0.0000
Lituania	9.8000	4.3000		3.3000	11.8000	1.2000
Luxemburgo	6.6000	4.2000		-0.2000	5.9000	1.7000
Hungría	0.1000	7.4000		1.1000	10.2000	1.7000
Holanda	3.9000	3.6000		-1.2000	6.7000	2.6000
Austria	3.7000	4.4000		0.9000	4.3000	2.1000
Polonia	6.8000	9.6000		1.6000	10.3000	0.8000
Portugal	2.4000	8.9000		-1.4000	16.5000	0.4000
Eslovenia	7.0000	4.9000		-1.1000	10.2000	1.9000
Eslovaquia	10.5000	11.2000		0.9000	14.2000	1.5000
Finlandia	5.3000	6.9000		-1.4000	8.2000	2.2000
Suecia	3.3000	6.1000		1.5000	8.0000	0.4000
Reino Unido	3.4000	5.3000		1.9000	7.9000	2.6000
Malta	4.1000	6.5000		2.4000	6.5000	1.0000
Rumania	6.3000	6.4000		0.7000	7.3000	3.2000

#### 4.1 Ranking entre los diferentes países de la UE

A partir de estas matrices de decisión se calcula la matriz de índices de preferencia entre los países. Una vez calculada la matriz de índices de preferencia se obtiene el ordenamiento parcial (Promethee I) teniendo en cuenta simultáneamente los flujos positivos (es decir, el grado de preferencia de un país en términos medios respecto del resto de los países al ser evaluados bajo todos los criterios) y los flujos negativos (que muestra el efecto contrario de los flujos positivos, es decir, el grado en el que un país está dominado por el resto de los países). Si existen incomparabilidades (ya que un país puede ser preferido desde el punto de vista de los flujos positivos pero no desde el punto de vista de los negativos), entonces se recurre el ordenamiento completo (Promethee II) para resolver las incomparabilidades calculando los flujos netos como diferencia entre los flujos positivos y los negativos. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 5 y gráfico 2 siguientes.

Gráfico 2. Ordenamiento completo (PROMETHEE II) en el año 2007

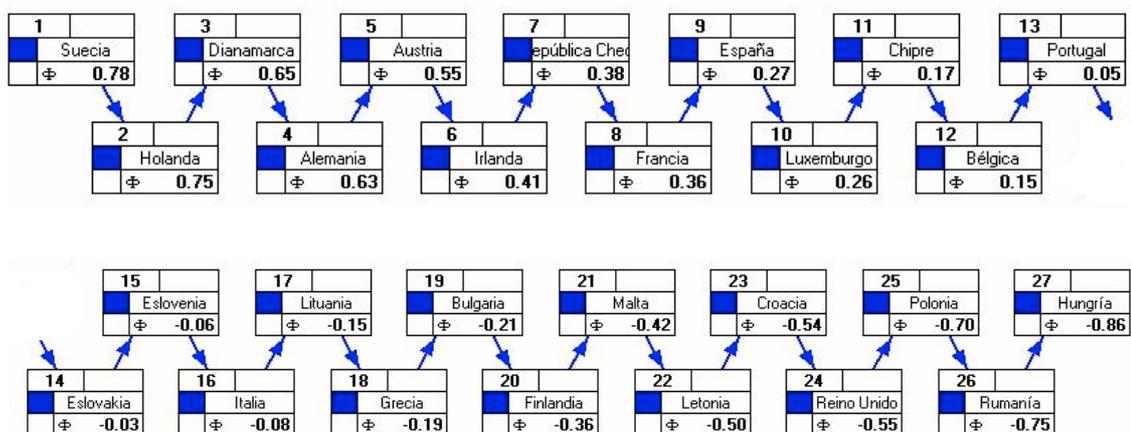


Tabla 5. Ranking en el año 2007 con todos los criterios

	Phi Plus	Phi Minus	Phi Net	Ranking
Bélgica	0.5769	0.4231	0.1538	12
Bulgaria	0.3923	0.6038	-0.2115	19
República Checa	0.6615	0.2769	0.3846	7
Dinamarca	0.8115	0.1577	0.6538	3
Alemania	0.8115	0.1846	0.6269	4
Irlanda	0.6885	0.2808	0.4077	6
Grecia	0.4000	0.5923	-0.1923	18
España	0.6154	0.3462	0.2692	9
Francia	0.6500	0.2885	0.3615	8
Croacia	0.2269	0.7692	-0.5423	23
Italia	0.4385	0.5231	-0.0846	16
Chipre	0.5846	0.4154	0.1692	11
Letonia	0.2462	0.7462	-0.5000	22
Lituania	0.4231	0.5769	-0.1538	17
Luxemburgo	0.6308	0.3692	0.2615	10
Hungría	0.0692	0.9308	-0.8615	27
Holanda	0.8577	0.1115	0.7462	2
Austria	0.7423	0.1962	0.5462	5
Polonia	0.1500	0.8462	-0.6962	25
Portugal	0.5231	0.4769	0.0462	13
Eslovenia	0.4692	0.5308	-0.0615	15
Eslovaquia	0.4692	0.5000	-0.0308	14
Finlandia	0.3192	0.6769	-0.3577	20
Suecia	0.8846	0.1038	0.7808	1
Reino Unido	0.2269	0.7731	-0.5462	24
Malta	0.2885	0.7115	-0.4231	21
Rumania	0.1269	0.8731	-0.7462	26

En función de los resultados obtenidos se puede apreciar que con carácter general en los diez primeros puestos del ranking se encuentran la mayoría de los países iniciales de la zona euro y países del norte de Europa, tales como Suecia y Dinamarca. Por el contrario, los países peor posicionados respecto de la prima de riesgo en función de la información macroeconómica significativa, son algunos de los países que en 2007 no forman parte de la eurozona. Sin embargo, entre los países que están peor posicionados llama mucha la atención Reino Unido y Finlandia.

Si se comparan estos resultados con la posición que ocupan estos países en función de su prima de riesgo (Tabla 6) se puede afirmar que con este tipo de metodología se reproduce de forma adecuada el orden establecido entre los países mejor y peor posicionados respecto a su prima de riesgo. Las diferencias que entre ellos se producen pueden ser debidas, entre otros factores, a la especulación de los agentes no controlada en los mercados y tampoco recogida en la información macroeconómica de cada uno de los países.

**Tabla 6. Prima de riesgo de los países en el año 2007**

Suecia	Alemania	Dinamarca	Holanda	República Checa	Francia	Austria	Irlanda	España	Bélgica	Portugal	Luxemburgo	Chipre	Italia
-0.05	0	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.11	0.2	0.24	0.26	0.27
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	13

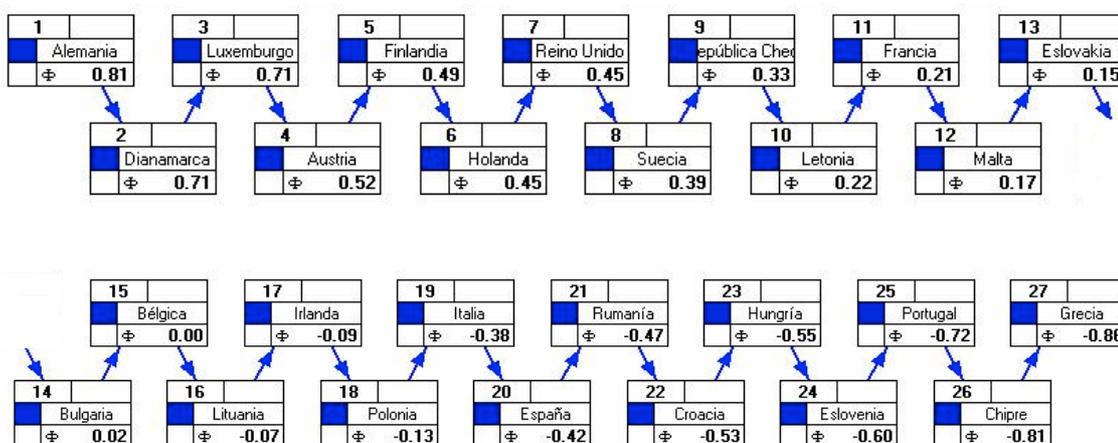
Eslovaquia	Grecia	Eslovenia	Bulgaria	Lituania	Finlandia	Malta	Croacia	Reino Unido	Letonia	Polonia	Hungría	Rumania
0.27	0.28	0.31	0.32	0.33	0.37	0.5	0.71	0.84	1.06	1.26	2.52	2.91
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

Por otro lado, los resultados del preorden parcial y completo utilizando los datos del año 2013, así como la posición de los países según su prima de riesgo se muestran en la tabla 7 y gráfico 3 siguientes:

**Tabla 7. Ranking en el año 2013**

	Phi Plus	Phi Minus	Phi Net	Ranking
Bélgica	0.0962	0.0923	0.0038	15
Bulgaria	0.4865	0.4673	0.0192	14
República Checa	0.6462	0.3212	0.3250	9
Dinamarca	0.8365	0.1269	0.7096	2
Alemania	0.8885	0.0769	0.8115	1
Irlanda	0.4308	0.5231	-0.0923	17
Grecia	0.0538	0.9154	-0.8615	27
España	0.2712	0.6962	-0.4250	20
Francia	0.5865	0.3731	0.2135	11
Croacia	0.2212	0.7481	-0.5269	22
Italia	0.2942	0.6712	-0.3769	19
Chipre	0.0769	0.8846	-0.8077	26
Letonia	0.5962	0.3731	0.2231	10
Lituania	0.4481	0.5173	-0.0692	16
Luxemburgo	0.8365	0.1308	0.7058	3
Hungría	0.2077	0.7577	-0.5500	23
Holanda	0.7096	0.2577	0.4519	6
Austria	0.7404	0.2212	0.5192	4
Polonia	0.4192	0.5500	-0.1308	18
Portugal	0.1173	0.8404	-0.7231	25
Eslovenia	0.1827	0.7846	-0.6019	24
Eslovaquia	0.5558	0.4038	0.1519	13
Finlandia	0.7269	0.2385	0.4885	5
Suecia	0.6750	0.2865	0.3885	8
Reino Unido	0.7096	0.2577	0.4519	7
Malta	0.5673	0.4000	0.1673	12
Rumania	0.2519	0.7173	-0.4654	21

**Gráfico 3. Ordenamiento completo (PROMETHEE II) en el año 2013**



**Tabla 8. Prima de riesgo de los países en el año 2013**

Alemania	Luxemburgo	Dinamarca	Finlandia	Holanda	Austria	Reino Unido	República Checa	Suecia	Francia	Bélgica	Eslovaquia	Letonia	Malta
0	0.17	0.18	0.29	0.39	0.44	0.46	0.54	0.55	0.63	0.84	1.62	1.77	1.79
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	13
Bulgaria	Irlanda	Lituania	Polonia	Italia	España	Croacia	Rumanía	Eslovenia	Hungría	Portugal	Chipre	Grecia	
1.9	2.22	2.26	2.46	2.75	2.99	3.11	3.84	4.24	4.35	4.72	4.93	8.48	
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	

En función de los resultados obtenidos se puede apreciar que en el periodo de crisis el ordenamiento entre los distintos países proporcionado en función de la información macroeconómica y el de la prima de riesgo es bastante más similar que en el periodo previo a la crisis. En el año 2013 entre los países mejor posicionados están los países del norte de Europa y de la eurozona que se han visto menos afectados por la crisis financiera y en las peores posiciones del ranking se encuentran los países del sur de Europa más afectados por la crisis financieras (por ejemplo, Italia, España, Portugal y Grecia), así como países que se han incorporado más tarde a la Unión Europea.

Esto nos muestra que la información macroeconómica si es importante cuando es necesario determinar la prima de riesgo de un país y, además, una metodología útil para establecer dicho ranking son los métodos multicriterio discretos.

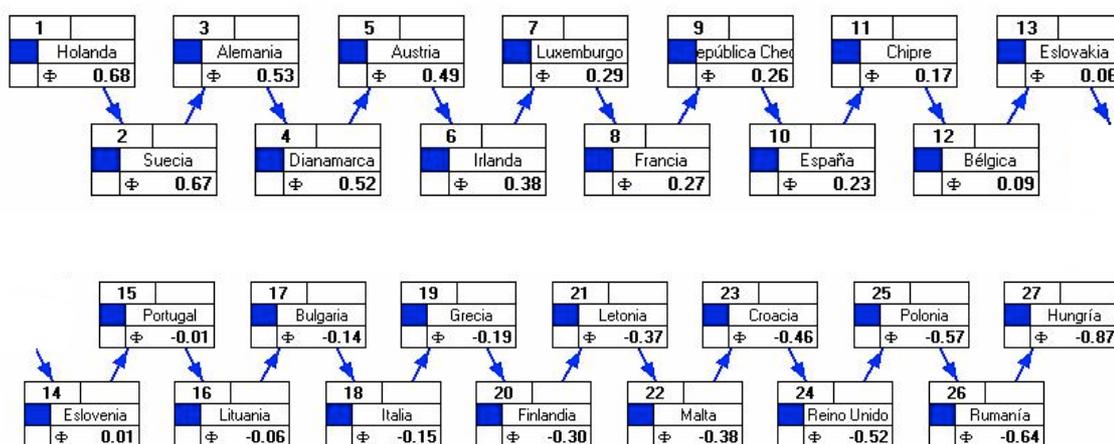
#### 4.2 Análisis de sensibilidad

Para analizar la estabilidad de los resultados obtenidos respecto al ordenamiento de los países se va a realizar un análisis de sensibilidad. En este caso, se optado por cambiar los pesos asignados a los criterios.

Para ello, en función de los resultados obtenidos con la estimación de los modelos de datos de panel, se comprobó que de las variables estadísticamente significativas, la que mayor influencia ejercía en la prima de riesgo era el PIB. Por esta razón, en lugar de asignar el mismo peso a todas las variables macroeconómicas se va a duplicar el peso asignado al PIB, tanto en el periodo anterior a la crisis (año 2007) como en el de crisis (año 2013).

Siguiendo este criterio los resultados obtenidos se muestran en el gráfico 4 siguiente:

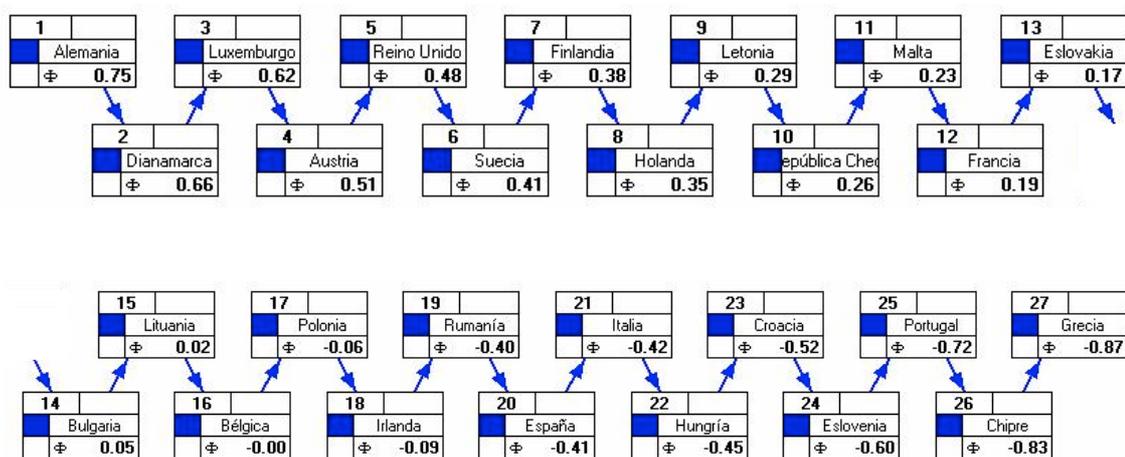
**Gráfico 4. Ordenamiento completo (PROMETHEE II) en el año 2007, utilizando pesos diferentes en las variables macroeconómicas.**



Según estos resultados, se puede apreciar que entre los diez primeros puestos del ranking se encuentran los mismos países que en el caso anterior, donde todas las variables macroeconómicas tenían el mismo peso, (si bien es cierto, alguno de ellos ha cambiado su posición en el ranking pero siguen estando entre los diez mejores). Estos países son la mayoría de los países iniciales de la zona euro y países del norte de Europa, tales como Suecia y Dinamarca. Si nos fijamos en los países peor posicionados respecto de la prima de riesgo, los siete países peor posicionados siguen siguiendo los mismos antes y después de cambiar el peso asignado a las variables macroeconómicas.

Si este mismo análisis se realiza en el año 2013, las conclusiones que se pueden obtener de los resultados que nos ofrece el ordenamiento completo (véase gráfico 5), son muy similares a las obtenidas cuando todas las variables macroeconómicas tienen el mismo peso, ya que, al igual que antes los países que ocupan los mejores y peores puestos son los mismos.

**Gráfico 5. Ordenamiento completo (PROMETHEE II) en el año 2013, utilizando pesos diferentes en las variables macroeconómicas.**



## 5. CONCLUSIONES

El análisis que hemos realizado muestra que las variaciones de la prima de riesgo de los distintos países de la UE pueden explicarse en gran medida mediante los cambios que registran algunas variables macroeconómicas estadísticamente significativas. Particularmente, durante el periodo de crisis actual (2008-2013) estas

variables son el crecimiento del PIB, el desempleo y la inflación, mientras que en el periodo previo a la crisis sólo han resultado ser significativas las dos primeras

No obstante, también cabe señalar que hay determinados países que registran primas de riesgo más elevadas que las que se derivarían de esta situación macroeconómica, mientras que otros se encuentran en una posición relativamente mejor. Esto muestra la necesidad de profundizar en el análisis de otros factores especulativos o de “contagio” entre grupos de países.

Respecto a las técnicas de decisión multicriterio, los resultados obtenidos muestran su utilidad para construir “rankings” de los países miembros de la Unión Europea y ordenarlos a partir de las variables macroeconómicas significativas en función de su vulnerabilidad para experimentar primas de riesgo elevadas o crisis de deuda. Este ranking muestra que la información macroeconómica puede influir en la posición que ocupa un país teniendo en cuenta la prima de riesgo en situaciones completamente diferentes como puede ser una época de estabilidad o crecimiento económico o una época de crisis. Además, el análisis de sensibilidad (basado en el cambio de los pesos asignados a las variables macroeconómicas) nos confirma la utilidad del análisis multicriterio en este tipo de ranking, puesto que, el ordenamiento entre los diferentes países prácticamente no sufre cambios.

## **6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AMOR ALAMEDA, J. (2011). “La vulnerabilidad en los mercados de deuda soberana de la Unión Monetaria Europea”. Euro y crisis económica, 863.
- BALGATI, B.H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. 3rd Edition. Wiley. Chichester (UK).
- BRANS, J.P.; MARESCHAL, B. y VINCKE, P.H. (1984). “PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis”, in J.P Brans (ed.), *Operational Research’84*, North-Holland, pp. 477-490.
- BRANS, J.P. y VINCKE, P.H. (1985). “A preference ranking organization method, the PROMETHEE method” *Management Science*, 31, pp. 647-656.

- DEUTSCHE BANK (2011). “Macroeconomic coordination. What can a scoreboard approach achieve?”, Reports on European Integration, EU Monitor 78.
- GARMENDIA IBAÑEZ, J. (2010). “La crisis de la deuda pública en la Unión Monetaria Europea”.
- GARCIA-CENTENO, M.C.; UXÓ GONZÁLEZ, J. y MINGUEZ SALIDO, R. (2011). “Rankings in the Euro Zone based macroeconomic information”. *Review of business information systems*. 15 (5), pp. 31-40.
- GOUMANS, M. y LYGEROU, V. (2000). “An extension of the PROMETHEE method for decision making in fuzzy environment: Ranking of alternative energy exploitation projects”. *European Journal of Operational Research*, 123:3, 606-613.
- GREEN, W.H. (2008). *Econometric Analysis*. 7th Edition. Prentice-Hall. New Jersey (USA).