

ARTÍCULO

Probabilidades de *default* de las empresas españolas en época de crisis



Carmen Badía Batlle, Merche Galisteo Rodríguez* y Teresa Preixens Benedicto

Departamento de Matemática Económica, Financiera y Actuarial, Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Barcelona, Avda. Diagonal 690, 08034 Barcelona, España

Recibido el 20 de noviembre de 2013; aceptado el 3 de abril de 2014

Disponible en Internet el 19 de junio de 2014

CÓDIGOS JEL

G33;
C16;
G01

PALABRAS CLAVE

Riesgo de crédito;
Probabilidad de incumplimiento;
Crisis económica

JEL CLASSIFICATION

G33;
C16;
G01

KEYWORDS

Credit risk;
Default probability;
Economic crisis

Resumen Se utiliza la metodología de Merton (1974) para obtener la probabilidad de incumplimiento de las obligaciones de pago de un conjunto de empresas españolas no financieras que cotizan en bolsa, desde enero de 2002 hasta diciembre de 2011, con el objetivo de analizar si la actual crisis económica ha tenido repercusión en el valor de las probabilidades de *default*. A partir del número, del precio y de la volatilidad de las acciones y del valor facial de la deuda a corto y largo plazo de cada empresa se obtienen, mediante métodos de resolución numéricos, los valores y las volatilidades para el conjunto de empresas de la muestra, que permiten cuantificar las probabilidades de *default* con frecuencia mensual y para todo el plazo analizado. Las probabilidades obtenidas han permitido constatar, empíricamente, la influencia negativa del actual contexto económico sobre el riesgo de crédito de las empresas, especialmente en las del sector de Servicios Financieros e Inmobiliarios.

© 2013 Asociación Cuadernos de Economía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Default probabilities of Spanish companies during the crisis

Abstract This work focuses on obtaining default probabilities for the Spanish case, in order to study the impact of the current economic situation on company credit risk. Using Merton's model (1974) we estimate the likelihood that outstanding non-financial companies listed on the Spanish stock exchange market would have to default on its debt obligations over the period from January 2002 to December 2011. Based upon the number of shares of each company, the observable price of a share and its volatility, and the short and long term debt face value, we computed company values and volatility. These data are used to determine the monthly time series of default probabilities for selected companies over the period analyzed. The analysis

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mgalisteo@ub.edu (M. Galisteo Rodríguez).

carried out reveals a negative impact of the economic crisis over these probabilities, especially in the sector of Financial Services and Real Estate.

© 2013 Asociación Cuadernos de Economía. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

1. Riesgo financiero. Riesgo de crédito

El riesgo es un concepto que depende del contexto y de la disciplina científica en que es utilizado. Por ello, existen diferentes medidas del riesgo. Es habitual describir el riesgo como la desviación típica del rendimiento esperado o como el valor esperado de la pérdida. Sin embargo, la acepción más habitual es la desviación negativa del resultado esperado. Si se considera el riesgo en el ámbito financiero, siguiendo a Duffie y Singleton (2003) se establece la siguiente tipología de riesgos financieros: riesgo de mercado, riesgo de liquidez, riesgo operacional, riesgo sistémico y riesgo de crédito. Algunos autores (Ruiz et al., 2000) también consideran el riesgo legal como un riesgo financiero.

La influencia negativa de factores externos e internos en los mercados implica variaciones desfavorables en los precios. Estas variaciones negativas son las que generan un riesgo de variación de precios o riesgo de mercado, que puede ser de tipo de cambio, de cotización bursátil, de tipo de interés o de mercaderías, entre otros. El riesgo de liquidez es el asociado a la ocasional falta de capacidad del mercado de transformar un activo en efectivo; errores provocados por la operativa de los sujetos que llevan a cabo las operaciones o errores debidos a la tecnología conllevan un riesgo operacional. El riesgo sistémico hace referencia a una caída general en la liquidez del mercado financiero o a una reacción en cadena de sucesos de incumplimiento; faltas en la formalización o legalidad contractual de las operaciones pueden ocasionar un riesgo legal en las mismas. Y finalmente, el riesgo de crédito es el riesgo de pérdida que se puede producir por el incumplimiento de las obligaciones de pago del sujeto obligado a ello en la operación financiera o por la disminución de la calidad crediticia de la contraparte. Según Duffie y Singleton (2003), el riesgo de crédito es el riesgo de quiebra o de reducciones en el valor de mercado causadas por cambios en la calidad crediticia de los emisores y contrapartes.

Este trabajo se centra en el riesgo de crédito, ya que en los últimos años ha adquirido una especial importancia, como pone de manifiesto la abundante literatura existente sobre este tema y que queda reflejada también en los acuerdos de Basilea, uno de cuyos principales objetivos es mitigar este riesgo, adecuando las exigencias de recursos propios al capital en riesgo real de las empresas. De hecho, desde sus inicios, los acuerdos de Basilea han intentado cubrir posibles pérdidas inesperadas debidas al riesgo de crédito y han asentado la premisa de que debe disponerse de un sistema que lo mida correctamente. El principal objetivo de los diferentes acuerdos de Basilea es que los requerimientos de capital sean más sensibles al riesgo de crédito. En el primer acuerdo (Basilea, 1988) se fijaba un coeficiente de solvencia fijo del 8% de los activos, ponderados por un factor de riesgo, deter-

minado de una forma simple y poco realista. En el segundo y tercero (Basilea, 2004; Basilea, 2011) se permite medir el riesgo de crédito a partir de métodos más rigurosos, como el método de calificaciones internas o *internal rating based approach* (IRB). Para este último método un input principal son las probabilidades de incumplimiento o probabilidades de *default*.

Obviamente, esta importancia es aún mayor en un contexto de crisis económica, donde los derivados de riesgo de crédito tienen un papel relevante. En la valoración de estos activos derivados, las probabilidades de *default* son una pieza fundamental (Bermúdez et al., 2009).

El objetivo de este estudio es obtener las probabilidades de *default* de Merton (1974) para el mercado español y para los años 2002-2011 y poder observar, así, si la cuantificación de estas probabilidades ha reflejado los años de crisis económica. Aunque se han publicado trabajos que obtienen probabilidades de *default* para el mercado español (Martín y Trujillo, 2005; Badía et al., 2007; Samaniego et al., 2007; Caicedo et al., 2012) y para otros mercados internacionales (Caicedo et al., 2011; Dietsch y Petey, 2004), no existe ningún estudio publicado que efectúe este análisis para el caso español y para un amplio horizonte temporal, que incluya los años anteriores, de inicio y de consolidación de la crisis.

Este trabajo se estructura de la siguiente forma: primero se revisan los principales modelos de riesgo de crédito. A continuación se describe el modelo de Merton (1974). En el cuarto apartado se describe la muestra utilizada para la aplicación empírica del modelo, que se lleva a cabo en el siguiente apartado, donde también se analizan los resultados obtenidos. Finalmente se extraen las conclusiones más relevantes.

2. Modelos de riesgo de crédito

El riesgo de crédito de una entidad se puede valorar a partir de características cualitativas, es decir, analizando ciertas cualidades inherentes a la capacidad de cumplimiento de pago de las entidades. Algunas de estas cualidades son el conocimiento del sujeto de crédito, la capacidad de pago derivada de un análisis financiero del mismo, el capital de la entidad, el conocimiento de las garantías de crédito de la firma y las condiciones cíclicas que pueden determinar la exposición al riesgo de crédito de las empresas. Ahora bien, de forma paralela, un posible análisis cuantitativo del riesgo de crédito consiste en el cálculo de las probabilidades de *default* o de incumplimiento. Estas, aparte de proporcionar información sobre la capacidad de cumplimiento de pago de las empresas, posibilitan estrategias de cobertura y sirven, evidentemente, para la cuantificación y la valoración de derivados de crédito. Es por ello que los modelos que cal-

culan estas probabilidades han adquirido más importancia en los últimos años.

Existen, básicamente, 2 metodologías que determinan probabilidades de *default*: la de los modelos estructurales y la de los modelos reducidos. Los modelos estructurales se basan en el valor de la empresa para determinar el suceso de crédito y utilizan información relativa a la cotización de las acciones y a su volatilidad. El modelo de Merton (1974) es el primero en desarrollar esta metodología. Posteriormente, tomando como base y referencia este modelo se desarrollan otros modelos estructurales, entre los que destacan Geske (1977), CreditMetrics de JP Morgan (1977), Longstaff y Schwartz (1995) y el modelo Vasicek-Kealhofer (Vasicek, 1984; Kealhofer, 2003a; Kealhofer, 2003b) implementado por Moody's KMV (2003), entre otros. En los modelos reducidos, el suceso de crédito está supeditado a información exógena de la empresa, como es la información de mercado relacionada con los títulos de la entidad de referencia. Destacan, entre otros, los trabajos de Jarrow y Turnbull (1995); Duffie y Singleton (1999); Kijima y Muromachi (2000); Hughston y Jarrow (2001) y Zhu y Chiu (2007).

Existen trabajos que revisan y comparan los distintos modelos de riesgo de crédito, estructurales y reducidos: Crouhy et al. (2000); Giesecke (2004); Elizalde (2005); Hao et al. (2010).

Una ventaja de los modelos estructurales es la utilización de una metodología ampliamente desarrollada en los últimos años como es la teoría de valoración de opciones financieras. A partir de datos del balance de la empresa y de información del mercado de renta variable, estos modelos obtienen el valor de la empresa y su volatilidad, y para cuantificar la probabilidad de incumplimiento comparan el valor de la empresa deducido con un determinado umbral de su deuda. Además, tanto los *inputs* como los *outputs* obtenidos son variables económicas reales.

Este trabajo obtiene las probabilidades de *default* asociadas al modelo estructural de Merton (1974), que es uno de los más utilizados en la práctica de mercado. Así, por ejemplo, tanto los acuerdos de Basilea II y III como el modelo desarrollado por Moody's analizan el riesgo de crédito a partir de este modelo. Por otra parte, para cuantificar las probabilidades de *default* de Merton se precisa de información contable y bursátil de fácil acceso. Además, la bolsa es un mercado más activo que el mercado de renta fija, base de los modelos reducidos. Respecto a otros modelos estructurales, una ventaja del modelo de Merton (1974) es que no presenta una alta complejidad analítica derivada de la aplicación del modelo de valoración de opciones de Black y Scholes (1973).

3. Modelo de Merton

Merton (1974) considera una empresa financiada mediante recursos propios, representados por una acción, y recursos ajenos o deuda formalizada por una obligación cupón cero. Tanto la acción como la obligación se negocian en un mercado financiero en el que no hay posibilidades de arbitraje, ni costes de transacción, ni impuestos, ni restricciones a la venta al descubierto, y los activos son infinitamente divisibles. Se supone una economía en tiempo continuo y que el tipo de interés libre de riesgo r es constante y cierto. Existe

además la posibilidad de prestar y endeudarse al mismo tipo de interés.

En un momento $t \in [0, T]$ se cumple, según Modigliani y Miller (1958), que el valor de los activos de la empresa, V_t , es la suma del valor de la acción S_t y el valor de la deuda D_t con vencimiento en T :

$$V_t = S_t + D_t, \quad (1)$$

de manera que V_t también puede considerarse un activo negociable en el mercado.

La economía está representada por el espacio de probabilidad $(\Omega, \mathcal{F}_t, P)$, donde Ω es el conjunto de sucesos posibles ω_i , $\mathcal{F}_t$ es una filtración en t que genera un proceso browniano y P es la medida de probabilidad objetiva asociada.

Bajo estas hipótesis, la dinámica del valor de la empresa queda descrita mediante la siguiente ecuación diferencial estocástica:

$$dV_t = \mu V_t dt + \sigma V_t dW_t, \quad (2)$$

que define un proceso browniano geométrico donde μ es la tendencia instantánea de los cambios en la variable V_t , σ es la volatilidad instantánea o coeficiente de difusión del proceso y dW_t es el proceso de Wiener estandarizado, definido en el espacio de probabilidad.

Bajo estas hipótesis la acción representa una opción *call* sobre el activo de la empresa con vencimiento T y precio de ejercicio D_T . Así, el valor de la acción en un instante t es, bajo la hipótesis de no arbitraje, la solución de Black-Scholes:

$$S_t = V_t \cdot N(d_1) - D_T \cdot \exp(-r \cdot \tau) \cdot N(d_2), \quad (3)$$

donde:

$$\tau = T - t, \quad (4)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V_t}{D_T}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot \tau}{\sigma \cdot \sqrt{\tau}}, \quad (5)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{\tau}. \quad (6)$$

La probabilidad neutra al riesgo de que la entidad sufra un suceso de crédito en T es la probabilidad de que los accionistas no puedan ejercer su opción. Esta probabilidad viene dada por:

$$P = N(-d_2) = 1 - N(d_2). \quad (7)$$

Para obtener estas probabilidades de *default* es preciso calcular previamente el valor y la volatilidad de la empresa. Dichas variables se determinan a partir del valor y la volatilidad de la acción. Así pues, a efectos de cálculo, se trata de considerar en primer lugar la expresión de la volatilidad de la acción:

$$\sigma_s = \frac{V_t}{S_t} \cdot \frac{\delta S_t}{\delta V_t} \cdot \sigma, \quad (8)$$

relación que se obtiene al aplicar el lema de Itô sobre el valor de la acción.

Por otra parte, la expresión de la variación del valor de la acción respecto del valor de la empresa viene dada por:

$$\frac{\delta S_t}{\delta V_t} = N(d_1). \quad (9)$$

4. Datos

El objetivo de este trabajo es obtener, para el plazo 2002-2011 y para cada mes, las probabilidades de *default* o incumplimiento a un año¹ de las empresas españolas no financieras que cotizan en el Sistema de Interconexión Bursátil Español (SIBE), para constatar si estas probabilidades han sabido capturar el contexto de crisis económica actual. Una vez obtenidas estas probabilidades se efectúa un análisis sectorial de las mismas para comprobar si los efectos de la crisis han sido los mismos en todos los sectores. En 2002, el número de empresas no financieras incluidas en el SIBE era de 154. De estas, se ha podido obtener la información necesaria para todo el plazo considerado para 75 empresas, ya que el resto o bien han desaparecido, o se han fusionado, o simplemente se han dado de baja del SIBE. Tampoco se han considerado las empresas que se han incorporado al SIBE con posterioridad al 2002.

La obtención de las probabilidades de *default* a partir de la expresión (7), detallada en el apartado anterior, ha implicado la recopilación para cada una de las 75 empresas y para todo el plazo de estudio y con frecuencia mensual, de los siguientes datos: número, precio y volatilidad en base 250 de las acciones, valor facial de la deuda a corto y a largo plazo, y tipo de interés libre de riesgo a un año.

Los datos relativos a las acciones se han obtenido a partir del informe mensual que proporciona la Sociedad de Bolsas². A partir del número y del precio de las acciones se ha podido calcular el valor de capitalización para cada mes del plazo 2002-2011 y para cada empresa.

El valor de la deuda a corto y a largo plazo, hasta el año 2004 incluido, se ha obtenido a partir de los balances consolidados anuales de la base de datos AMADEUS. Como hipótesis de trabajo, estos importes se han considerado como los correspondientes valores mensuales de cada año. A partir de 2005 esta información se obtiene de los balances consolidados semestrales publicados por la Comisión Nacional del Mercado de Valores³ o por la Bolsa de Barcelona⁴. En este caso, al ser esta información semestral, se ha efectuado la hipótesis de que el valor de la deuda del primer semestre es válido para los 6 primeros meses del año y el valor del segundo semestre lo es para los 6 últimos meses del año. A partir de la deuda a corto y a largo plazo se ha determinado la deuda total suponiendo que su vencimiento es a un año. En este estudio, tal como se ha comentado anteriormente, la totalidad de las empresas de la muestra son no financieras para disponer de información homogénea del pasivo de las mismas.

El tipo de interés libre de riesgo se ha tomado del mercado interbancario. En concreto, se ha considerado cada mes el Euribor a un año publicado por el Instituto Nacional de Estadística⁵. Como este tipo de interés es nominal para un plazo anual, se ha calculado su equivalente instantáneo.

El número de observaciones de cada variable y para una empresa es 120. Como para cada empresa se ha recogido información de 5 variables, el número total de observaciones por empresa ha ascendido a 600. Al considerar 75 empresas, la base de datos con la que se ha trabajado ha sido de 45.000 *inputs*. A este número debería sumarse la serie temporal del tipo de interés, que también es de 120 observaciones.

En el anexo 1 se presentan las empresas de la muestra organizadas por sectores, los mismos que los del mercado de renta variable español. Estos sectores son los siguientes:

- Sector 1. Petróleo y Energía.
- Sector 2. Materiales Básicos, Industria y Construcción.
- Sector 3. Bienes de Consumo.
- Sector 4. Servicios de Consumo.
- Sector 5. Servicios Financieros e Inmobiliarios.
- Sector 6. Tecnología y Telecomunicaciones.

El valor medio anual, para cada sector y para el total del plazo considerado, de la deuda total, del valor de capitalización y de la volatilidad de la acción se muestra en la [tabla 1](#).

5. Resultados

Una vez recopilados todos estos datos se ha procedido a calcular, en primer lugar y para cada mes, la volatilidad y el valor de cada una de las 75 empresas. Estos valores se han calculado resolviendo simultáneamente las ecuaciones (8) y (9). Como el anterior sistema de ecuaciones no tiene solución analítica ha sido necesario, para cada mes y para cada empresa, utilizar un método numérico para su resolución (Löffler y Posch, 2007).

Así, a partir de los valores observados en t del valor y la volatilidad de la acción, S_t y σ_t , y del valor facial de la deuda, D_T , se obtiene un valor de empresa V_t^* calculado como $V_t^* = S_t + D_T$ y una volatilidad de empresa calculada como $\sigma^* = \frac{\sigma_t S_t}{V_t^*}$. Los valores calculados de V_t^* y σ^* sirven únicamente para iniciar el proceso de iteración del método numérico aplicado para la obtención de V_t y σ . Es decir, con estos valores calculados y aplicando Black-Scholes se obtienen d_1 , d_2 , S_t y σ_t a partir de las expresiones (5), (6), (3) y (8), respectivamente. Estos valores de la acción y su volatilidad, resultado de la aplicación del modelo, difieren, obviamente, de los valores observados en el mercado. El método de resolución numérico aplicado llega a la solución del sistema cuando la diferencia entre los valores obtenidos por Black-Scholes y los valores observados para S_t y σ_t es 0. El criterio aplicado es el de mínimos cuadrados, que consiste en minimizar la suma de las diferencias relativas al cuadrado, entre los valores que proporciona el modelo y los valores observados, del valor y la volatilidad de la acción. Para conseguir este objetivo se ha utilizado la función *solver* de Microsoft Excel. Con estos valores para estas variables se han obtenido los valores definitivos de d_1 y d_2 , que son los que en última instancia permiten calcular las probabilidades de *default*.

En las [tablas 2 y 3](#) se presentan los valores medios del valor y la volatilidad de la empresa obtenidos a través de la

¹ En los acuerdos de Basilea también se calculan probabilidades a un año.

² www.bolsasymercados.es

³ www.cnmv.es

⁴ www.borsabcn.es

⁵ www.ine.es

Tabla 1 Valores medios sectoriales

	Deuda total (millones de €)	Valor capitalización (millones de €)	Volatilidad acciones (porcentaje)
Sector 1	18.624,61	14.787,23	24,53
Sector 2	4.306,03	2.594,33	32,89
Sector 3	533,72	1.537,86	30,01
Sector 4	3.184,78	2.278,01	34,93
Sector 5	2.242,96	1.464,21	43,92
Sector 6	12.396,04	12.170,69	40,40

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2 Valor de empresa medio por sector (millones de €)

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Total
2002	20.186,23	2.876,12	1.170,78	2.574,13	1.126,75	16.097,13	4.830,37
2003	20.665,18	3.381,50	1.087,96	2.881,06	1.504,37	15.517,51	5.039,14
2004	24.383,10	4.360,05	1.153,59	3.453,21	1.855,15	18.106,07	6.024,07
2005	27.923,80	5.576,94	1.481,28	4.418,74	3.275,38	21.169,00	7.339,58
2006	31.914,65	7.823,12	1.977,41	6.325,80	5.277,60	26.476,16	9.417,93
2007	41.487,34	10.508,67	2.380,83	7.111,14	7.724,35	29.737,27	11.894,74
2008	39.764,58	9.495,66	1.929,80	6.334,91	5.023,07	27.736,51	10.746,49
2009	39.713,00	8.233,39	1.954,52	6.174,14	3.909,55	27.937,87	10.225,18
2010	41.191,64	8.954,81	2.451,44	6.530,53	3.412,23	29.823,32	10.875,61
2011	41.980,30	9.420,94	2.723,89	7.947,83	3.216,34	29.692,58	11.298,12

Fuente: elaboración propia.

aplicación del modelo. Son datos anuales para la totalidad de la muestra y se presentan por sectores.

Se han obtenido las probabilidades de incumplimiento para cada empresa desde enero de 2002 hasta diciembre de 2011: en total 120 probabilidades por empresa. A partir de dichas probabilidades mensuales se han calculado las probabilidades medias de cada sector y para cada año del plazo analizado. También se ha calculado la probabilidad anual para el conjunto de las 75 empresas. Estas probabilidades se presentan, en porcentaje y aproximadas con 4 decimales, en la [tabla 4](#).

La evolución de las probabilidades de *default* a lo largo de los años analizados se muestra en la [figura 1](#).

Aunque muchos analistas consideran que la actual crisis económica se inició en el año 2008, es a partir del año

2007 que todos los sectores presentan una tendencia alcista en sus probabilidades de incumplimiento. El año 2009 es el que recoge las probabilidades de *default* más elevadas para todos los sectores y para todo el plazo analizado, excepto el sector 6 de Tecnología y Comunicaciones, que entre los años 2002 y 2004 había presentado valores superiores. De los datos obtenidos se constata, como era de esperar, que el sector donde las probabilidades de *default* son considerablemente más elevadas es el de Servicios Financieros e Inmobiliarios, sector 5, cuya probabilidad media anual alcanza el 11,5610% en el año 2009. Es importante tener en cuenta que en la muestra no se han incluido las entidades bancarias y que, por tanto, la actividad predominante en este sector es la inmobiliaria. Por el contrario, el sector donde menos repercusión ha tenido la crisis sobre la

Tabla 3 Volatilidad de empresa media por sector (porcentaje)

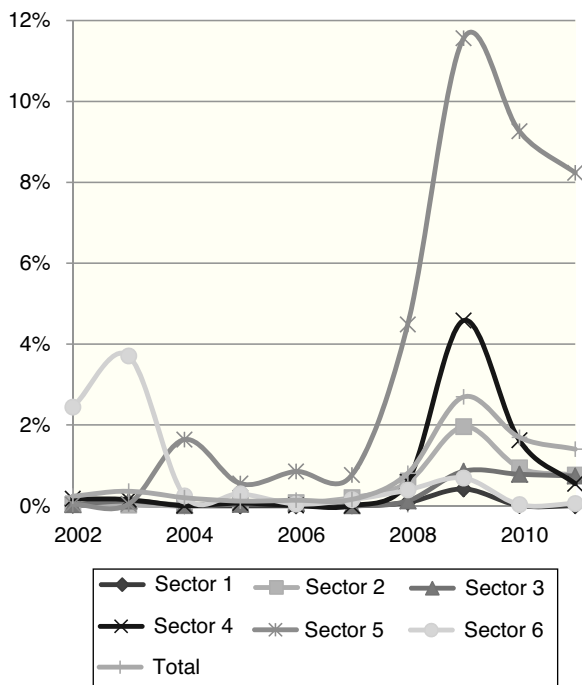
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Total
2002	12,40	13,47	18,58	19,41	16,51	20,74	16,41
2003	12,28	12,43	18,01	16,96	15,98	23,50	15,80
2004	8,57	10,20	14,46	14,82	18,90	18,92	13,42
2005	8,25	11,82	13,47	13,95	19,84	20,16	13,72
2006	11,20	16,02	16,38	14,47	23,06	19,19	16,51
2007	12,46	17,43	18,00	14,47	19,19	23,60	17,50
2008	14,59	16,49	21,11	15,69	17,15	21,14	18,02
2009	16,55	17,25	23,86	17,63	20,81	24,40	20,12
2010	9,66	11,24	18,97	14,67	16,86	15,42	14,66
2011	10,07	11,04	17,57	11,91	13,51	12,91	13,37

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4 Probabilidades de incumplimiento por sector (porcentaje)

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Total
2002	0,0139	0,0340	0,0293	0,1750	0,0385	2,4397	0,2387
2003	0,0301	0,0191	0,1189	0,1515	0,0445	3,7058	0,3612
2004	0,0000	0,0027	0,0147	0,0036	1,6376	0,2437	0,1997
2005	0,0000	0,0518	0,0365	0,0691	0,5494	0,2962	0,1170
2006	0,0000	0,0796	0,0582	0,0075	0,8498	0,0450	0,1376
2007	0,0000	0,2019	0,0012	0,0006	0,7619	0,1506	0,1584
2008	0,0858	0,5851	0,1229	0,5948	4,4845	0,3934	0,8045
2009	0,4157	1,9570	0,8551	4,5813	11,5610	0,6866	2,6926
2010	0,0072	0,9398	0,7792	1,6189	9,2607	0,0312	1,6929
2011	0,0007	0,7610	0,7371	0,5447	8,2354	0,0580	1,4010

Fuente: elaboración propia.

**Figura 1** Evolución de la probabilidad media anual de *default* por sector.

Fuente: elaboración propia.

probabilidad de incumplimiento es el sector 1, de Petróleo y Energía. En este sector, la probabilidad media anual de *default* es del 0,0000% desde 2004 a 2007 inclusive, y el valor máximo lo alcanza en 2009, con una probabilidad de 0,4157%.

En los años 2010 y 2011 se aprecia una disminución de las probabilidades de incumplimiento, pero estas continúan siendo superiores a las de los años previos al inicio de la crisis en los sectores 2, 4 y 5: sectores de Materiales Básicos, Industria y Construcción, Servicios de Consumo, y Servicios Financieros e Inmobiliarios, respectivamente. En cambio, este descenso no se observa en el sector 3, de Bienes de Consumo, que a partir del año 2009 ha mantenido la probabilidad de incumplimiento media estable. En los sectores 1 (Petróleo y Energía) y 6 (Tecnología y Telecomunicaciones)

se han recuperado los valores previos a la crisis, y en este último sector incluso los valores son inferiores.

Para analizar de una forma más precisa el comportamiento de las probabilidades de incumplimiento se han calculado los principales estadísticos descriptivos, a partir de las 120 probabilidades a un año obtenidas para cada mes del plazo estudiado y para cada una de las 75 empresas de la muestra. Estos estadísticos se presentan en el anexo 2.

La moda para el conjunto de la muestra es el valor nulo. Dado que el periodo de estudio empieza en el año 2002, para la mayoría de las empresas y para un amplio recorrido, estas probabilidades son cero. Los valores diferentes a 0 se concentran a partir del año 2007, 2008 o 2009, según la empresa.

La probabilidad de incumplimiento media del conjunto de la muestra es 0,7849%. La probabilidad media más alta es de 6,9186% que corresponde a la empresa Urbas (UBS), perteneciente al sector inmobiliario.

El valor máximo que ha alcanzado la probabilidad de incumplimiento a lo largo del plazo estudiado ha sido del 55,3870%, que se corresponde con la observación, en abril de 2010, de la empresa Nyesa (NYE), perteneciente al sector de Servicios Financieros e Inmobiliarios. Esta empresa, dedicada a la promoción inmobiliaria residencial, entró en pre-concurso de acreedores en septiembre de 2011, confirmando el concurso en marzo de 2012. Cabe mencionar que es precisamente esta empresa la que presenta una mayor desviación estándar. El segundo valor más elevado lo alcanza Royal Urbis (REY) en enero de 2010, y es del 43,1748%. Esta empresa, perteneciente también al sector inmobiliario, presentó pre-concurso de acreedores en octubre de 2012 y el concurso definitivo en febrero de 2013. Estos 2 valores son un buen ejemplo de la bondad de estimación de estas probabilidades.

En líneas generales, y avanzando ya la conclusión de este trabajo, se constata, como ya se ha comentado anteriormente en el análisis sectorial, que la mayoría de las empresas concentran los valores más altos de estas probabilidades alrededor del año 2009. El comportamiento de la probabilidad de incumplimiento, salvando la particularidad de algunas empresas, es parecido para todas ellas, de manera que se aprecia que a partir de 2007 dichas probabilidades empiezan a tomar valores sensiblemente superiores a los registrados hasta entonces.

6. Conclusiones

El objetivo principal de este trabajo ha sido el cálculo de las probabilidades de incumplimiento o de *default* para las empresas españolas no financieras que cotizan en bolsa y así poder analizar el impacto de la crisis económica en la cuantificación de las mismas.

Para la consecución de dicho objetivo se ha escogido un horizonte temporal comprendido entre el año 2002 y 2011. Ello ha permitido comparar los niveles de probabilidad de los años previos a la crisis con los alcanzados a partir del inicio de la misma. El modelo elegido para tal fin es el modelo de [Merton \(1974\)](#), ya que es uno de los más utilizados en la investigación financiera actual y es también el que tiene una repercusión de mercado más importante.

A partir de los datos recogidos para el conjunto de las 75 empresas que han formado parte de la muestra se han aplicado métodos numéricos que han permitido obtener la volatilidad y el valor de estas empresas. Estas variables se han utilizado para calcular, para cada mes desde de enero de 2002 y hasta diciembre de 2011, las probabilidades de *default* a un año para cada una de las empresas.

Una primera conclusión que se extrae de este trabajo es que las probabilidades de incumplimiento empiezan a mostrar una tendencia alcista a partir del año 2007 y que los valores más altos se concentran, para la práctica totalidad de las empresas, en el año 2009. A partir de entonces se observa que las probabilidades disminuyen pero sin llegar a alcanzar los niveles previos a la crisis, donde estas probabilidades eran prácticamente nulas para la inmensa mayoría de las empresas consideradas.

Del análisis sectorial realizado se observa que el subsector de las empresas inmobiliarias y de cartera incluidos en el sector de Servicios Financieros e Inmobiliarios es el que presenta las probabilidades de *default* más elevadas a partir del año 2004.

Por otra parte, del análisis de los datos obtenidos se muestra, empíricamente, la bondad del modelo de Merton para la cuantificación de las probabilidades de *default*, puesto que estas han capturado la repercusión negativa de la actual crisis sobre los estados financieros de las empresas.

Para finalizar, se ha obtenido una base de 9.000 probabilidades de *default* de empresas españolas, base que en este trabajo se ha utilizado para analizar si la crisis económica ha tenido repercusión sobre dichas probabilidades. Ahora bien, obviamente, estas probabilidades pueden utilizarse en otras áreas como la valoración de activos derivados de crédito o

el diseño de estrategias de cobertura de riesgo de crédito, aplicaciones propias de las probabilidades de *default*.

Anexo 1. Agrupación por sectores de las empresas de la muestra

- Sector 1. Petróleo y Energía: Compañía Española de Petróleos (CEP), Endesa (ELE), Enagas (ENG), Gas Natural (GAS), Iberdrola (IBE), Red Eléctrica de España (REE) y Repsol (REP).
- Sector 2. Materiales Básicos, Industria y Construcción: Abengoa (ABG), Actividades de Construcción y Servicios ACS (ACS), Acerinox (ACX), Acciona (ANA), Azkoyen (AZK), Befesa Medio Ambiente (BMA), Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles (CAF), CIE Automotiva (CIE), Cementos Portland Valderrivas (CPL), European Aeronautic Defence (EAD), Ercros (ECR), Elecnor (ENO), Fomento de Construcciones y Contratas (FCC), Ferrovial (FER), Gamesa Corporación Tecnológica (GAM), Lingotes Especiales (LGT), Duro Felguera (MDF), Nicolás Correa (NEA), Obrascón Huarte Lain (OHL), La Seda de Barcelona (SED), Tubacex (TUB), Uralita (URA), Sacyr (SCYR) y Zardoya Otis (ZOT).
- Sector 3. Bienes de Consumo: Adolfo Domínguez (ADZ), Grupo Tavex (TVX), Baron de Ley (BDL), Campofrío Food Group (CFG), ENCE Energía y Celulosa (ENC), Faes Farma (FAE), Ebro Foods (EBRO), Iberpapel Gestión (IBG), Indo Internacional (IDO), Industria de Diseño Textil INDITEX (ITX), Miquel & Costas & Miquel (MCM), Natra (NAT), Natraceutical (NTC), Papeles y Cartones de Europa EURO-PAC (PAC), Pescanova (PVA), Bodegas Riojanas (RIO), Sniace (SNC), Deoleo (OLE), Adveo Group International (ADV), Vidrala (VID), Viscofan (VIS) y Zeltia (ZEL).
- Sector 4. Servicios de Consumo: Abertis (ABE), Funespaña (FUN), International Consolidated Airlines Group (IAG), Prosegur Compañía de Seguridad (PSG), NH Hoteles (NH), Meliá Hotels International (MEL), Service Point Solutions (SPS) y Promotora de Informaciones (PRISA) (PRS).
- Sector 5. Servicios Financieros e Inmobiliarios: Corporación Financiera Alba (ALB), Nyasa Valores Corporación (NYE), Inmobiliaria Colonial (COL), Metrovacesa (MVC), Sotogrande (STG), Testa Inmuebles en Renta (TST), Urbas Grupo Financiero (UBS) y Reyat Urbis (REY).
- Sector 6. Tecnología y Telecomunicaciones: Amper (AMP), Grupo Ezentis (EZE), Tecnomcom, Telecomunicaciones y Energía (TEC), Indra Sistemas (IDR), Jazztel (JAZ) y Telefónica (TEF).

	ABG	ABE	ACS	ACX	ADZ	ALB	AMP	ANA	TVX	EZE
Media	0,005613	0,000124	0,000243	0,000066	0,000416	0,000002	0,000981	0,004536	0,000000	0,000029
Desv. estándar	0,009667	0,000406	0,000619	0,000250	0,001137	0,000012	0,001979	0,012570	0,000000	0,000021
Mediana	0,001622	0,000000	0,000002	0,000000	0,000000	0,000000	0,000115	0,000009	0,000000	0,000026
Moda	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000026
Máximo	0,041049	0,002083	0,004548	0,001826	0,005417	0,000088	0,015159	0,054927	0,000000	0,000141
Mínimo	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000026
	AZK	BDL	NYE	BMA	CAF	CEP	TEC	CIE	COL	CFG
Media	0,000354	0,000000	0,065770	0,011880	0,000006	0,000183	0,000216	0,002417	0,044332	0,000102
Desv. estándar	0,000926	0,000001	0,126080	0,022166	0,000018	0,000736	0,000393	0,006167	0,077076	0,000382
Mediana	0,000000	0,000000	0,012387	0,000770	0,000001	0,000000	0,000023	0,000061	0,000019	0,000000
Moda	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Máximo	0,006121	0,000006	0,553870	0,092196	0,000092	0,005418	0,002021	0,027010	0,288604	0,002630
Mínimo	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
	CPL	EAD	ECR	ELE	ENC	ENG	ENO	FAE	FCC	FER
Media	0,001524	0,000262	0,011438	0,000468	0,002305	0,000018	0,000429	0,000006	0,000791	0,006587
Desv. estándar	0,002804	0,000877	0,019419	0,001100	0,006585	0,000060	0,001148	0,000018	0,001865	0,015272
Mediana	0,000000	0,000000	0,003988	0,000000	0,000000	0,000000	0,000007	0,000000	0,000015	0,000028
Moda	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Máximo	0,013271	0,005064	0,085205	0,004534	0,031373	0,000278	0,005293	0,000133	0,007583	0,063591
Mínimo	0,000000	0,000000	0,000177	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
	FUN	GAM	GAS	EBRO	IBE	IBG	IAG	IDO	IDR	ITX
Media	0,000016	0,006152	0,000866	0,000002	0,001592	0,000004	0,005512	0,014486	0,000006	0,000000
Desv. estándar	0,000041	0,014927	0,002953	0,000007	0,004907	0,000016	0,011417	0,021273	0,000017	0,000000
Mediana	0,000000	0,000078	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000570	0,000337	0,000000	0,000000
Moda	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Máximo	0,000283	0,064108	0,015610	0,000047	0,021301	0,000136	0,049930	0,072770	0,000090	0,000002
Mínimo	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000003	0,000000	0,000000
	LGT	MCM	JAZ	MDF	MVC	NAT	NEA	NHH	NTC	OHL
Media	0,000356	0,000026	0,046903	0,000312	0,036448	0,002255	0,002314	0,008604	0,000781	0,004448
Desv. estándar	0,000657	0,000079	0,073032	0,000635	0,077986	0,004726	0,004518	0,017434	0,002287	0,010224
Mediana	0,000019	0,000000	0,010541	0,000008	0,					

(Continuación)

	SCYR	VID	VIS	ZEL	ZOT
Media	0,013852	0,000171	0,000001	0,000465	0,000000
Desv. estándar	0,024161	0,000537	0,000002	0,001363	0,000000
Mediana	0,000445	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Moda	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Máximo	0,089217	0,002818	0,000016	0,006876	0,000000
Mínimo	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Fuente: elaboración propia.

Bibliografía

- Badía, C., Galisteo, M., Preixens, T., 2007. [Un modelo de riesgo de crédito basado en opciones compuestas con barrera. Aplicación al mercado continuo español. Revista de Economía Financiera 11, 64–86.](#)
- Basilea, 1988. Convenio de Capital, Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, Convenio de Capital, Banco de Pagos Internacionales, Basilea, Suiza.
- Basilea, 2004. Convergencia Internacional de Medidas y Normas de Capital, Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, Marco revisado junio, Banco de Pagos Internacionales, Basilea, Suiza.
- Basilea, 2011. Basilea III: Marco Regulador Global para Reforzar los Bancos y Sistemas Bancarios, Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, Marco revisado junio, Banco de Pagos Internacionales, Basilea, Suiza.
- Bermúdez L, Prieto F, Sarabia JM (2009). Valoración de Derivados de Crédito mediante Distribuciones Multivariantes tipo Marshall-Olkin, Investigaciones en Seguros y Gestión de Riesgos: RIESGO 2009.
- Black, F., Scholes, M., 1973. [The pricing of options and corporate liabilities. Journal of Political Economy 81, 637–654.](#)
- Caicedo, E., Claramunt, M.M., Casanovas, M., 2011. [Medición del riesgo de crédito mediante modelos estructurales: una aplicación al mercado colombiano. Cuadernos de Administración 24, 73–100.](#)
- Caicedo, E., Claramunt, M.M., Casanovas, M., 2012. [Modelo para la predicción de indicadores de riesgo de crédito mediante razones financieras usando modelos estructurales y modelos de datos de panel: una aplicación al mercado español. Academia. Revista Latinoamericana de Administración 50, 118–147.](#)
- Crouhy, M., Galai, D., Mark, R., 2000. [A comparative analysis of current credit risk models. Journal of Banking & Finance 24, 59–117.](#)
- Dietsch, M., Petey, J., 2004. [Should SME exposures be treated as retailed or corporate exposures? A comparative analysis of default probabilities and asset correlations in French and German SMEs. Journal of Banking & Finance 28, 773–788.](#)
- Duffie, D., Singleton, K.J., 1999. [Modeling term structures of defaultable bonds. Review of Financial Studies 12, 687–720.](#)
- Duffie, D., Singleton, K.J., 2003. [Credit Risk, Pricing, Measurement and Management. Princeton University Press, Princeton.](#)
- Elizalde A, 2005. Credit Risk Models III: Reconciliation Reduced-Structural Models [consultado 11 Feb 2013]. Disponible en: www.abelizalde.com
- Geske, R., 1977. [The valuation of corporate liabilities as compound options. Journal of Financial and Quantitative Analysis 12, 541–552.](#)
- Giesecke, K., 2004. [Credit risk modelling and valuation: An introduction. En: Shimko, D. \(Ed.\), Credit Risk: Models and Management, 2nd ed. Riskbooks, London, pp. 487–526.](#)
- Hao, C., Alam, M.M., Carling, K., 2010. [Review of the literature on credit risk modelling: Development of the past 10 years. Banks and Bank Systems 5, 43–60.](#)
- Hughston, L.P., Jarrow, S., 2001. [Credit risk: Constructing the basic building correlations. Economic Notes 30, 281–292.](#)
- Jarrow, R., Turnbull, S., 1995. [Pricing derivatives on financial securities subject to credit risk. Journal of Finance 50, 53–85.](#)
- Kealhofer, S., 2003a. [Quantifying credit risk I: Default prediction. Financial Analysts Journal 59, 30–44.](#)
- Kealhofer, S., 2003b. [Quantifying credit risk II: Debt valuation. Financial Analysts Journal 59, 78–92.](#)
- Kijima, M., Muromachi, Y., 2000. [Credit events and the valuation of credit derivatives of basket type. Review of Derivatives Research 4, 55–79.](#)
- Löffler, G., Posch, P.N., 2007. [Credit Risk Modeling Using Excel and VBA. John Wiley & Sons Ltd, Chichester.](#)
- Longstaff, F., Schwartz, E., 1995. [A simple approach to valuing risky fixed and floating rate debt. The Journal of Finance 50, 789–819.](#)
- Martín, J.L., Trujillo, A., 2005. [Structural models and default probability. Application to the Spanish stock market. Investment Management and Financial Innovations 2, 18–29.](#)
- Merton, R., 1974. [On the pricing of the corporate debt: The risk structure of interest rates. Journal of Finance 29, 449–470.](#)
- Modigliani, F., Miller, M.H., 1958. [The cost of capital, corporation finance, and the theory of investment. American Economic Review 48, 261–297.](#)
- Ruiz, G., Jiménez, J.I., Torres, J.J., 2000. [La gestión del riesgo financiero. Pirámide, Madrid.](#)
- Samaniego, R., Trujillo, A., Martín, J.L., 2007. [Un análisis de los modelos contables y de mercado en la evaluación del riesgo de crédito: aplicación al mercado bursátil español. Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa 16, 93–110.](#)
- Vasicek O., 1984. [Credit Valuation. K.M.V. White Paper, Moody's KMV. 1-16.](#)
- Zhu, Y., Chiu, W.H., 2007. [Credit risk assessment using the RBF neural network. Information. Management and Algorithms II, 125–128.](#)