

---

# GREENWASHING Y SU IMPACTO EN LA RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA

## EL CASO DE VOLSKWAGEN A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS CON OPCIONES REALES

**GRACIA RUBIO MARTÍN**

Universidad Complutense de Madrid

El cuidado y conservación del medio ambiente, para que éste quede como herencia a futuras generaciones es uno de los temas de mayor preocupación en nuestros días (United Nations, 2015). El compromiso de protección del medio ambiente ya estaba recogido en tres de los diez principios del pacto mundial sobre Responsabilidad Social Empresarial (United Nations, 2000).

El Libro Verde de la Comisión Europea (Eurolex, 2001) define la Responsabilidad Social Empresarial, como el conjunto de preocupaciones sociales, medioambientales y sus relaciones con sus interlocutores. Todos estos esfuerzos las empresas deben plasmarlos en la llamada memoria de sostenibilidad (GRI, 2006).

Sin embargo, todo ello también ha llevado, tratando de aprovechar el tirón de la venta de lo ecológico, a que en la última década cada vez más empresas muestren sus esfuerzos en el denominado *greenwashing* o lavado verde, consistente en vender una imagen ecológica sobre sus productos que poco o nada tiene que ver con la realidad, produciéndose una publicidad engañosa cuyas consecuencias negativas ya han sido objeto de diferentes investigaciones (Delmas et al., 2011, 2013; The New York Times, 2015) advierten como la publicidad verde se ha triplicado en los últimos veinte años y como más del 75% de las empresas del S&P 500 asignan recursos a dar a conocer las bondades de su imagen ecológica, tratando de capitalizar esta tendencia.

La publicidad engañosa implica, sin embargo, la pérdida de confianza por parte de los consumidores y la falta de credibilidad sobre la política medioambiental de otras empresas (Delmas et al., 2011; Alejos-Góngora, 2013).

Seele & Gatti (2015) indican que este fenómeno ocurre bajo el paraguas de una legitimidad pragmática que trata de manejar y manipular símbolos para conseguir mayor apoyo de la sociedad y una mejora en su imagen corporativa (por ejemplo ISO 14001 provee el beneficio de parecer verde sin acciones efectivas y costosas). Sin embargo, cuando la empresa es acusada de *greenwashing* se crea un efecto contrario al ocasionado por la publicidad verde e incluso puede provocar un efecto boomerang que reduce la legitimidad de la empresa frente a terceros.

Volkswagen no ha sido la primera empresa en exagerar sus esfuerzos medioambientales. Compañías como Honda ya habían sufrido demandas colectivas que habían denunciado la publicidad falsa so-

bre las características, por ejemplo, de sus coches híbridos (Eric Lan, 2010). En 2014 Kia y Hyundai pagaron \$300 millones, tras llegar a un acuerdo con el Departamento de Justicia y la Agencia de Protección del Medio Ambiente, después de exagerar el rendimiento de 1,2 millones de vehículos (New York Times, 2015) o Toyota o GM, que recibieron multas en el entorno de los 1.000 millones de dólares (El Mundo, 2015). Ahora bien, el caso de Volkswagen es más dramático, si cabe. Resulta curioso contemplar cómo la compañía fue la primera en anunciar el cumplimiento de la normativa de EEUU en 2009 sobre emisiones de coches diesel (El Mundo, 2015) e incluso el esfuerzo publicitario que realizó para dar a conocer tal tecnología, cuyo importe se cifra en 77 millones de euros (The New York Times, 2015).

Pero, la pregunta es si realmente a Volkswagen le interesaba desde un punto de vista económico-estratégico llevar a cabo este lavado de cara o simplemente se dejó llevar por un engañoso ahorro de costes que para nada podría compensar los costes que podían acarrear consecuencia del descubrimiento de tal política. Cómo medir este tipo de inversiones negativas, sus riesgos y sus consecuencias en la imagen corporativa de la compañía, van a ser el objeto del presente artículo en base a la teoría de opciones reales.

El análisis incluye, por un lado el ahorro de costes que ha implicado para la compañía, pero por otro, el riesgo que implicaba el que fuera descubierto, tanto por la posible multa como por las consecuencias para su imagen corporativa, la probabilidad de insolvencia y la riqueza de sus accionistas.

A partir de la publicación de los trabajos de Black-Scholes (1973) y Merton (1973) los modelos para valorar opciones financieras pronto han sido ampliamente utilizados con la finalidad de valorar la empresa como un todo y su deuda corporativa (Merton, 1974, 1976; Geske 1977; Ficher 1978; Margrabe 1978), así como las políticas de inversión y crecimiento empresarial (Myers 1977, 1984) junto a su correspondiente financiación. El artículo explora un nuevo enfoque: la capacidad de las opciones reales para valorar el riesgo que conllevan las decisiones de inversión que se encuentran inherentemente unidas a pasivos contingentes (1).

Tras la introducción, en el siguiente epígrafe el marco teórico es desarrollado. Posteriormente, se muestra la aplicación al caso de Volkswagen (VW), se analiza tal decisión desde el punto de vista de la teoría de opciones reales: a través de la paridad put-call separaremos los beneficios económicos (opción *call*), de los riesgos inherentes asumidos (opción *put*), así como las consecuencias que el descubrimiento del engaño ha tenido en la imagen corporativa del grupo y en la probabilidad de insolvencia. Finalmente, se exponen las principales conclusiones del análisis realizado.

## MARCO TEÓRICO

Desde que Myers (1977) sugirió valorar las oportunidades de crecimiento empresarial como opciones reales, la propuesta experimentó un gran desarrollo. La metodología de las opciones reales introduce el impacto del tiempo, la incertidumbre y la capacidad de decisión gerencial en los procesos de valoración: abandonar, posponer, ampliar o reducir son algunas de las opciones más frecuentes que se introducen a través de esta teoría, enriqueciendo las metodologías de valoración con un alto grado de flexibilidad. A diferencia de los modelos tradicionales cuanto mayor es la incertidumbre que rodea al proyecto mayor valor (Amram & Kulatilaka, 2000; Copeland, 2001).

Brennan y Schwartz (1985) valoraron opciones sobre recursos naturales, Pindick (1993) la investigación y el desarrollo bajo incertidumbre, Schwartz *et al* (2001) portales de internet. Kellogg y Charnes (2000); Schwartz (2004) y Rubio-Martin y Lamothe-Fernández (2010) adaptaron las opciones reales para valorar las patentes de la industria Bio-Farmacéutica. Otros trabajos se han enfocado a valorar la expansión geográfica y/o en nuevos mercados o productos, junto al efecto de la competencia a través de la teoría de juegos (Kulatilaka and Perotti, 1998; Smit and Trigeorgis, 2006). En todas estas decisiones los gerentes tienen el derecho a invertir pero no la obligación, ya que, como hemos apuntado se incorpora, por ejemplo, la decisión de continuar o abandonar en función de la marcha del proyecto y la llegada de nueva información; de este modo las decisiones son valoradas a través de opciones *call*.

Sin embargo, no todas las decisiones empresariales implican sólo derechos, otras veces conllevan el cumplimiento de determinadas obligaciones, como puede ser el caso de que tales decisiones vayan acompañadas de endeudamiento, o se originen otros pasivos contingentes. Merton (1974) formula un modelo para valorar, por un lado las acciones de la compañía como una opción *call*, y por otro el riesgo de insolvencia de la deuda a través de una opción *put*. Se entiende la empresa como un todo con sus inversiones pero también con sus obligaciones de pago, o pasivos. Posteriormente, Geske (1977) desarrolla otro modelo en el que una opción sobre una acción (al poder ser valorada la acción como una *call*) en realidad es una opción sobre otra opción, donde la deuda además se divide a corto y a largo plazo. Otros analizan el valor de la empresa como un conjunto de activos, políticas de inversión y crecimiento empresarial (Myers, 1977, 1984) junto a su correspondiente financiación.

Ficher (1978) y Margrabe (1978) simultáneamente diseñan una opción compuesta para cambiar dos activos estocásticos: acciones y deuda, considerándose por lo tanto ésta última como el valor actual de un bono hasta el vencimiento. Carr (1988) introduce el proceso secuencial de la toma de decisiones sobre el valor de las acciones y la estructura financie-

ra de una compañía a través de una opción compuesta por una segunda opción, pero considerando también las acciones y la deuda como activos estocásticos. Longstaff y Schwartz (1995) incorporan un movimiento aleatorio en el comportamiento de las tasas de interés y otros, como Fan y Sundaresan (2000), presentan las relaciones entre acreedores y accionistas a través de la teoría de juegos.

**Black Scholes, Margrabe y la paridad Put-Call**

Black y Scholes (1973) realizaron la observación de los movimientos en los precios de las acciones, subyacentes de las opciones financieras, y comprobaron que el movimiento de éstos obedecía a un modelo de difusión tal que:

$$S = \alpha Sdt + \sigma SdW \tag{1}$$

Este movimiento Browniano o de winner en progresión geométrica además implica que las diferencias entre dos momentos del tiempo  $t_1$  y  $t_0$  se encuentran representados por una distribución normal «dW»,  $\sigma$  es la volatilidad (incertidumbre sobre los movimientos futuros del activo subyacente) y  $\alpha$  es la rentabilidad media anual utilizada por los inversores. En tiempo discreto:

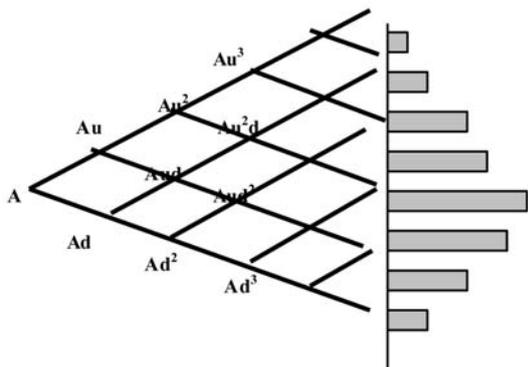
$$\ln\left(\frac{S_1}{S_0}\right) = \alpha t + \sigma dz \tag{2}$$

o lo que es lo mismo, aplicando el lema de Ito, en tiempo discreto:

$$S_1 = S_0 e^{\alpha t - \frac{1}{2}\sigma^2 t + \sigma dz} \tag{3}$$

Cox, Ross, Rubinstein (1979) demostraron que tal proceso converge con el de una distribución binomial, lo que permite una descripción más ilustrativa sobre el proceso de difusión a través de los denominados árboles de decisión (ver Figura 1):

**FIGURA 1  
LA OPCIÓN COMO UNA DISTRIBUCIÓN BINOMIAL**



FUENTE: Elaboración propia.

Creando una cartera formada por una posición larga, en delta neutral, en la acción y una posición corta en la opción determinan una solución para valorar la opción call:

$$C = SN(d_1) - Xe^{-r(T-t)}N(d_2) \tag{4}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \tag{5}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t} \tag{6}$$

Al igual que existen las opciones call que dan a su tenedor el derecho a comprar una acción, existe el lado opuesto: opciones put, que otorgan el derecho a vender una acción a un precio determinado.

La condición para que se produzcan beneficios en una opción call es que el valor del título (S) sea mayor que el precio de ejercicio pactado (X),  $S > X$ , de no ser así, las pérdidas se limitarían al importe de la prima (pérdida máxima). Sin embargo, en una posición larga en opciones put la condición para que se produzcan beneficios sería el caso contrario, es decir, que  $S < X$ .

Ambos derechos tienen además una contraparte que asegura su cumplimiento. Son las llamadas posiciones cortas en opciones y representan la cara opuesta del derecho: la obligación a cumplir los designios del comprador. En el caso de una posición corta en put, a cambio de recibir el importe de la prima, los tenedores de ella tendrán que soportar pérdidas siempre que  $S < X$ .

Entre ambas opciones existe la denominada paridad put-call. Dicha paridad es una relación entre las opciones call, las opciones put y el propio precio del subyacente, de forma que en todo momento debe existir un equilibrio entre los precios y, cuando esta paridad se desajusta, es cuando aparecen oportunidades de arbitraje en el mercado financiero (Hull, 2000), luego:

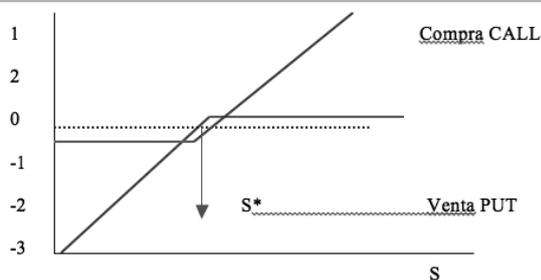
$$C(t) + Xe^{-rt} = S + P(t) \tag{7}$$

$C(t)$  opción call europea;  $P(t)$  opción put europea;  $S$ : es el precio del activo subyacente;  $t$ : vencimiento de la opción;  $X$ : es el precio de ejercicio. De este modo:  $Call - Put = Variación Stock$ . Si unimos las dos opciones: largo en call y corto en put, para un mismo Strike, o precio de ejercicio futuro, obtenemos de manera sintética la evolución del precio de un título (figura 2, en la página siguiente).

A partir de la relación put-call se puede extraer el precio de una opción put, de manera que:

$$P(t) = Xe^{-rt}N(-d_2) - SN(-d_1) \tag{8}$$

**FIGURA 2**  
**LAS ACCIONES VISTAS A TRAVÉS DE LA PARIDAD**  
**PUT-CALL**



FUENTE: Elaboración propia.

Llevado al mundo de las opciones reales, las decisiones empresariales pueden ser catalogadas como opciones de crecimiento empresarial (Myers, 1977). La prima representa el valor del derecho y no la obligación a realizar ese proyecto empresarial, y es una manera idónea de medir las futuras inversiones de la empresa en las que la flexibilidad de la gestión es patente y permite abandonar o retrasar dicha opción cuando el comportamiento del proyecto no es el deseado (Amram & Kulatilaka, 2000). Sin embargo, valorando la empresa como un todo es necesario también tener en cuenta la aceptación de obligaciones y riesgos (Merton, 1974; Myers, 1977).

Las opciones *put* se han utilizado ampliamente para valorar el riesgo de insolvencia, pero lógicamente también pueden utilizarse para valorar otros riesgos: técnicos, legislativos, sectoriales, así como otras pérdidas potenciales no contempladas en las opciones *call*, a los que quede expuesta la empresa durante el desarrollo de un proyecto de inversión y que pese a aplicar la flexibilidad gerencial ya se hubiesen generado.

Por ejemplo, una opción de inversión, como el desarrollo de un nuevo producto, dispondrá de diferentes fuentes de financiación y ello originará, a su vez, una obligación de pago cuyo riesgo de incumplimiento acaecerá cuando los flujos de caja generados por este proyecto no sean suficientes para hacer frente a su pago. Sin embargo, también se pudieran haber generado otras contingencias como costes de despidos u otros que impliquen pérdidas inevitables, pese a incorporar la flexibilidad procedente de las decisiones gerenciales. Bajo la existencia de riesgos o pérdidas latentes inherentes al proyecto éste debería valorarse a través de la conjunción *call-put*.

La magnitud normalmente utilizada para valorar los futuros proyectos de inversión es el Flujo de Caja Libre (2). Bajo el enfoque descrito las opciones *Call* representan los futuros flujos de caja esperados positivos, una vez deducido el precio de ejercicio, o costes del proyecto a los que la empresa se enfrenta y, las opciones *Put*, las diferencias negativas entre flujos de caja esperados y el precio de ejercicio.

Considerando en (7) que no existen activos empresariales previos, todo son expectativas futuras, y tampoco hay deudas, la diferencia entre las dos opciones representaría el valor actual neto del proyecto o activo empresarial ( $VA=S-X$ ). Siendo  $S$  el valor actual de los flujos de caja y  $X$  el precio de ejercicio o coste para llevarlo a cabo:

$$C(t) - P(t) = VA \quad (9)$$

El problema del modelo de Black y Scholes para valorar opciones *call* y *put* es que sólo tienen en cuenta un activo estocástico, mientras que en muchas decisiones de inversión, no sólo el flujo de caja que genere el proyecto es estocástico si no también el coste o precio de ejercicio necesario para llevarlo a cabo. Margrabe (1978) y Fischer (1978) desarrollan contemporáneamente pero de forma independiente una extensión del modelo de Black y Scholes para una opción que incorpora dos activos subyacentes, ambos con incertidumbre. Uno de los activos será los futuros flujos de caja « $V$ » y el otro activo será el precio de ejercicio « $K$ » o coste necesario para la consecución de los mismos:

$$dV = \alpha_V V dt + \sigma_V V dz_V \quad (10)$$

$$dK = \alpha_K K dt + \sigma_K K dz_K \quad (11)$$

Donde:  $\alpha_K$  y  $\alpha_V$  son las tasas medias de retorno de los activos por unidad de tiempo,  $\sigma_K$  y  $\sigma_V$  son las desviaciones estándar correspondientes a las tasas de retorno,  $dz_K$  y  $dz_V$  son los incrementos de un proceso de *winner* estándar (distribuciones normales estándar (0,1)) con un coeficiente de correlación  $\delta_{V,K}$ .

Bajo condiciones de no arbitraje se construye una cartera sin coste ni riesgo, tomando una posición larga, compra en una unidad de opción *call* y posiciones cortas, venta en delta neutral unidades del activo 1 y del activo 2.

De este modo:

$$dC = \alpha_K K dt + \sigma_K K dz_K$$

Aplicando el desarrollo de Taylor y posterior lema de Itô al valor de la *call* obtenemos:

$$\begin{aligned} dC - \frac{\partial C}{\partial V} dV - \frac{\partial C}{\partial K} dK &= 0 \\ dC &= \frac{\partial C}{\partial V} dV + \frac{\partial C}{\partial K} dK + \frac{\partial C}{\partial t} dt + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 C}{\partial V^2} \sigma_V^2 V^2 + \right. \\ &\quad \left. + 2 \frac{\partial^2 C}{\partial V \partial K} \sigma_V \sigma_K \delta_{V,K} V K + \frac{\partial^2 C}{\partial K^2} \sigma_K^2 K^2 \right) \\ \underbrace{dC - \frac{\partial C}{\partial V} dV - \frac{\partial C}{\partial K} dK}_0 &= \frac{\partial C}{\partial t} dt + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 C}{\partial V^2} \sigma_V^2 V^2 + \right. \\ &\quad \left. + 2 \frac{\partial^2 C}{\partial V \partial K} \sigma_V \sigma_K \delta_{V,K} V K + \frac{\partial^2 C}{\partial K^2} \sigma_K^2 K^2 \right) \end{aligned}$$

Dividiendo entre  $K$  y realizando las oportunas sustituciones podemos crear un activo subyacente artifi-

cial «S», o, (V/K), de este modo la opción de cambio se convierte en una «call option» europea en S y un precio de ejercicio de 1. Obtenemos así la nueva ecuación diferencial:

$$\frac{dC}{dt} dt + \frac{1}{2} \frac{d^2C}{dS^2} S^2 \underbrace{(\sigma_V^2 + \sigma_K^2 - 2\sigma_V\sigma_K\delta_{VK})}_{\sigma^2} = 0$$

Esta ecuación diferencial parcial es la misma que Black-Scholes cuando el tipo de interés es cero (3) el activo subyacente S y la volatilidad  $\sigma$ . De este modo las soluciones serán:

$$C = VN(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2) \quad (12)$$

$$\frac{dC}{dt} dt + \frac{1}{2} \frac{d^2C}{dS^2} S^2 (\sigma_V^2 + \sigma_K^2 - 2\sigma_V\sigma_K\delta_{VK}) = 0 \quad (13)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t} \quad (14)$$

$$\sigma^2 = (\sigma_V^2 + \sigma_K^2 - 2\sigma_V\sigma_K\delta_{VK}) \quad (15)$$

A través del modelo de Margrabe (1978) y la paridad put-call se ha valorado el green-washing efectuado por VW. Para ello, por un lado, se ha tenido en cuenta la rentabilidad que el proyecto generaría, a través de una opción call; por otro, el riesgo que la decisión implicaba, valorándose a través de una opción put, para diferentes supuestos respecto al tiempo de descubrimiento del engaño, el pago de cuantiosas multas y sanciones.

No obstante, el auténtico daño que ha sufrido VW, y, sobretudo sus accionistas, ha sido el menoscabo en su imagen corporativa, por la pérdida de credibilidad en el desempeño de su responsabilidad social. Para cuantificarla se ha aislado de las anteriores partidas, como se muestra en el siguiente epígrafe.

**El modelo de Merton con dos activos subyacentes: la empresa como un todo, la paridad put-call y la probabilidad de insolvencia**

De manera complementaria, en línea con Merton (1974) y de la paridad put-call, a través de la valoración de una opción put también podemos calcular cual sería el riesgo de insolvencia que como consecuencia de llevar a cabo la opción de crecimiento, anteriormente cuantificada y basada en el engaño, se originaría en el seno de la compañía.

Merton (1974) considera que las acciones de una compañía pueden valorarse a través de una opción call, C(t), en la cual el subyacente es el valor de la empresa (total activos a valor de mercado), Ev, y el

precio de ejercicio es el valor de la deuda a vencimientos, D:

$$C_t = \text{Max}(EV_t - D) \quad (16)$$

El valor total de la empresa sería:

$$EV_t = C(t) + \text{Deuda} - P(t) \quad (17)$$

La compañía ha emitido dos clases de activos: acciones (que no reciben dividendos) y deuda. La deuda es un bono cupón cero con un vencimiento t. La opción Put, P(t), va a medir el riesgo de impago de la deuda, de manera que el pago del bono está determinado por el valor de la deuda menos la opción de venta (opción put) sobre el valor de la compañía. Otra manera de interpretar la fórmula es:

$$EV_t - \text{Deuda} = C(t) - P(t) \quad (18)$$

De este modo, el valor del bono (D) se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$D_t = D - \text{Max}(D - EV_t) \quad (19)$$

Considerando que tanto los activos de la empresa como la deuda obedecen a procesos de difusión, tal y como se muestra en (10) y (11) Margrabe (1978), el valor de las acciones de la empresa en t corresponde a una opción call europea tal que:

$$C = EVN(d_1) - De^{-r(T-t)}N(d_2) \quad (20)$$

$$d_1 = \frac{\text{Ln}\left(\frac{EV}{De^{-rt}}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \quad (21)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t} \quad (22)$$

$$\sigma^2 = (\sigma_V^2 + \sigma_D^2 - 2\sigma_V\sigma_D\delta_{VD}) \quad (23)$$

En el modelo de Black y Scholes y Margrabe N(d2) es la probabilidad de ejercicio de la opción Call y en el modelo de Merton la probabilidad de que no se entre en default, luego la probabilidad de insolvencia se va a hallar a través de 1-N(d2).

En el caso de Volkswagen los riesgos por incumplimiento de la normativa han originado diferentes pasivos contingentes que de descubrirse aflorarían y supondrían el pago de una obligación o deuda, la cual, de no poder atenderse implicaría incluso una situación de insolvencia, al menos de carácter transitorio.

**APLICACIÓN AL CASO DE VOLKSWAGEN**

La EPA (Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos) descubre y hace público el 16 de septiembre del año 2015 que los coches de Volks-

wagen tenían trucadas las pruebas de emisiones. Se simulaban unas condiciones que nada tenían que ver con el comportamiento del automóvil en carretera. En algunos casos se llegaban a niveles cuarenta veces superiores a lo declarado. A continuación se presentan las notas más características sobre la noticia:

**El origen.** Un software trucado en el ordenador de a bordo (El mundo, 2015). Según Volkswagen, el motor EA 189 es el que se sitúa en el origen del problema, este motor es con el que se equipan los Golf, Passat, Beetle y Jetta, así como los Audi A3 (Hipertextual, 2015).

**El motivo.** El ahorro de costes fue de 600 euros por vehículo, es decir unos 270 millones de euros. Winterkorn, CEO de la compañía, ya dijo atrás que la reducción de cada gramo de CO<sub>2</sub> le costaba a la industria inversiones de 100 millones de euros (El Mundo, 2015).

**La multa.** 7.200 millones es la cantidad de dólares que Volkswagen tiene reservada para afrontar los costes que le puedan llegar y la multa, con la que se especuló durante días, sería de 18.000 millones de dólares (16.000 millones de euros), unos 37.500 dólares por vehículo afectado para 450.000 vehículos vendidos en EEUU. Sin embargo, en Europa el número de coches vendidos podría ser muy superior, de hecho VW ha admitido que unos 11 millones de coches en todo el mundo, de los cuales ocho millones proceden de Europa, se han visto afectados (BBC, 2015). En Europa se ha llegado a un acuerdo consistente en una revisión técnica de los coches afectados, y se estima que su coste sólo ascenderá a 500 millones de euros (Expansión, 2016). No obstante, la cifra total con la que se especula, por sí sola, representa más de los beneficios que alcanzó el grupo en 2014, unos 11.000 millones. Sin embargo, es posible que la sanción no llegue nunca a este importe ya que casos anteriores como los de Toyota o GM se cerraron con multas en el entorno de los 1.000 millones de dólares (El Mundo, 2015).

**Consecuencias.** El grupo alemán perdió casi 26.000 millones de euros en Bolsa (más de un tercio de su capitalización) en sólo dos jornadas desde el anuncio (Yahoo Finance, 2016).

Evidentemente, el artilugio que evitaba las emisiones en los motores diesel habrá tenido un coste cercano a cero para la empresa, por lo que podemos obviarlo, luego el auténtico coste iba a ser la multa al ser descubrimiento el engaño.

Para analizar cómo tomaron los gerentes de VW tal decisión nos hemos retrotraído al año 2008 y hemos aplicado la teoría de opciones reales, a través del modelo de Margrabe y Fisher del siguiente modo:

El ahorro de costes, ha ascendido a unos 600 euros por vehículo, para 1.375.000 coches/ año, lo que ha-

ce un total de 825 millones/ año. El fraude se ha mantenido durante 8 años, lo que ha originado un ahorro total de 6.600 millones de euros. Para determinar su valor en el año 2008, año 0, se ha actualizado esta cifra al 2,95%, TIR del bono alemán a 10 años (Investing, 2015), arrojando un valor esperado de 5.803 millones.

Ahora bien, cuando desde la empresa se tomó la decisión de variar los motores debieron contemplar el riesgo de ser descubiertos, y evidentemente, dependiendo del tiempo en que se mantuviera el fraude el valor del proyecto (ahorro de costes) tomaría diferentes importes: 725 millones, si eran descubiertos el primer año, 1.451 o 2.176 si se descubría el segundo y tercer año respectivamente, y así sucesivamente hasta llegar al final del horizonte temporal proyectado, en el que se alcanzarían los 6.600 (mill  $\square$ ). Se han calculado ocho opciones de inversión, una para cada  $t$ , y se ha asignado una desviación típica de 0,20 al subyacente, correspondiente a la volatilidad media del título en el mercado bursátil para el periodo proyectado (Yahoo Finance, 2016).

Respecto al coste del proyecto de inversión, éste se ha estimado en 6.500 millones, con una volatilidad del 0,39, calculada a partir del tramo esperado en el que se puede mover la multa en los siguientes 12 meses desde que el engaño fuese descubierto: desde 6.500 millones (provisión realizada por la compañía) hasta 16.000 millones (pérdidas máximas esperadas):

$$\sigma_1 = \frac{\left[ \ln\left(\frac{16.000}{6.500}\right) \right]}{8} * Raiz(8) = 0,39$$

Por último, se ha estimado que no existe correlación entre el ahorro de costes y la multa potencial. La opción *call*, para su determinación, parte del supuesto de la siguiente condición límite  $E_t = \text{Max}(V_t - k, 0)$ : . Los resultados se muestran en el Cuadro 1, en la página siguiente):

La opción *Call* sólo está captando los valores del proyecto en los que el ahorro de costes es mayor que la multa, pero evidentemente no el caso contrario, que habrá que valorarlo a través de una opción *Put* que contiene la condición límite contraria:  $E_t = \text{Max}(k - V_t, 0)$ . En el Cuadro 2, en la página siguiente, se muestran los resultados de la opción *Put* para una duración de ocho años.

Como se puede observar en los Cuadros 1 y 2 el valor de la opción, ahorro de costes, o *Call*, frente al riesgo asumido u opción, para un periodo de duración de ocho años, es muy parecido.

A priori, el tiempo de duración del engaño era un factor aleatorio, luego hubiera sido preciso introducir este factor de incertidumbre. En el Cuadro 3, en la página siguiente, se aprecia cómo sólo a partir del año 7 la opción *Call* empieza a ser superior a la op-

CUADRO 1  
OPCIÓN CALL<sub>vw</sub> (MILLONES DE EUROS)

	Opción Call. VALOR Margrab and Fischer.	
Tasa de descuento	r	2,95%
Volatilidad Multa	$\sigma_k$	0,3901
Volatilidad Ahorro	$\sigma_v$	0,2000
Coefficiente de correlación	$\delta_{vk}$	0,00%
Varianza del proyecto	$\sigma_p$	0,19214
Multa	K	6.500.000
Duración	t	8
Valor presente del ahorro	V	5.803.480
$d_1$		0,90918729
$d_2$		-0,33062101
Probabil. Standard Normal (d1)		0,81837436
Probabil. Standard Normal (d2)		0,37046539
Valor oportunidad de crecimiento		2.847.608

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 2  
OPCIÓN PUT<sub>vw</sub> (MILES DE EUROS)

	Opción Put. VALOR Margrab and Fischer.	
Tasa de descuento	r	2,95%
Volatilidad Multa	$\sigma_k$	0,3901
Volatilidad Ahorro	$\sigma_v$	0,2000
Coefficiente de correlación	$\delta_{vk}$	0,00%
Varianza del proyecto	$\sigma_p$	0,19214
Multa	K	6.500.000
Duración	t	8
Valor presente del ahorro	V	5.803.480
$d_1$		0,90918729
$d_2$		-0,33062101
Probabil. Standard Normal (-d1)		0,18162564
Probabil. Standard Normal (-d2)		0,62953461
Valor de pérdidas estimadas		2.177.702

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 3  
OPCIONES PUT,CALL EN FUNCIÓN DEL DESCUBRIMIENTO DEL ENGAÑO

t	1	2	3	4	5	6	7	8	Media
CALL <sub>vw</sub>	0	5.817	109.088	409.320	881.304	1.470.228	2.134.588	2.847.608	982.244
PUT <sub>vw</sub>	5.585.616	4.682.541	3.882.253	3.284.104	2.862.734	2.563.186	2.343.813	2.177.702	3.422.744
E(v)	-5.585.616	-4.676.724	-3.773.165	-2.874.784	-1.981.431	-1.092.958	-209.225	669.906	-2.440.500

FUENTE: Elaboración propia.

ción *Put* por lo que el engaño comenzaría a ser rentable para la compañía.

Si a cada uno de los posibles escenarios de duración del engaño ( $t=1,2,\dots,8$ ) se le asignan probabilidades equidistantes  $p_1=p_2=\dots,p_8$ , el valor esperado de todos los escenarios indica que las pérdidas potenciales asumidas eran desmesuradas comparadas con la rentabilidad esperada:

$$E(V) = \sum_{T=1}^8 (Call_T - put_T) p_T = -2.440.500 \text{ (mil euros)}$$

Sin embargo, resulta curioso el hecho de que el engaño, en realidad, se mantuviera durante un periodo de ocho años, por lo que la pérdida esperada por multas que la compañía pudiera recibir ha quedado básicamente compensada con los ahorros de costes habidos en años anteriores (Cuadro 3,  $t=8$ ).

Pese a ello, a raíz del escándalo, la compañía ha sufrido una caída en bolsa muy importante: desde 64.772 (mill de euros) de capitalización el 30 de abril del año 2015 a 37.210,85 (mill de euros) el 30 de octubre de ese mismo año (Yahoo Finance, 2016), lo que implica una pérdida en términos absolutos de 27.561,41 (mill de euros), un 55% del valor del mercado, que actualizado al año cero de valoración, representaba un importe de 21.767,47 (mill de euros).

Esta pérdida incluye tanto posibles multas,  $K_1$ , como la consecuencia que tal decisión ha tenido en el menoscabo de la imagen corporativa de la compañía consecuencia del mal desempeño de su responsabilidad social, que llamaremos  $K_2$ , una vez aislado el ahorro de costes,  $V$ .

La ecuación (8) o  $Put_{VW}$ , para un periodo de 8 años, se iguala a la pérdida realmente sufrida en el mercado por la compañía: 21.767,47 millones y se despeja  $K_2$  a partir de las siguientes ecuaciones:

$$Put_{VW} = \left(6.500e^{-0,0295(8)}\right) + K_2 e^{-0,0295(8)} N(-\alpha_2) - 5.803 N(-\alpha_1) = 21.467,47$$

$$\alpha_1 = \frac{\ln\left(\frac{5.803}{6.500e^{-0,0295(8)} + K_2 e^{-0,0295(8)}}\right) + \left(\frac{0,85^2}{2}\right)(8)}{0,85\sqrt{8}}$$

$$\sigma_p^2 = \left(0,20^2 + 0,39^2 + 0,55^2 + 0,39 * 0,55 * 1 + 0 + 0\right)$$

Para estimar la varianza de la cartera,  $\sigma_p^2$ , se he tenido en cuenta que la volatilidad de los títulos, descubierto el engaño, aumentaría considerablemente, de hecho lo hizo hasta 0,55 (Yahoo Finance, 2016) Por último, se ha considerado que existe una fuerte correlación,  $\delta=1$ , entre la caída de las cotizaciones y la multa esperada (Cuadro 4, ).

$K_2$  arroja un valor de 23.459,79 (millones de euros), como se muestra en el Cuadro 4, en la página si-

guiente lo que representa el 41% de la cotización que la compañía tenía en diciembre del año 2008 que ascendía a 57.261,270 (millones de euros). Evidentemente, si los gerentes de VW hubiesen podido prever el resultado de tales decisiones no hubiesen encontrado aconsejable realizar el engaño desde el punto de vista económico.

Esta pérdida en la imagen corporativa de VW es la consecuencia directa del desprestigio y a la pérdida de confianza de los consumidores. Ello implica que el mercado está descontando unas menores ventas esperadas, menores márgenes, menor rentabilidad y, lógicamente, menor generación de flujos de caja en años venideros. En términos de flujo de caja libre anual,  $K_2$  equivaldría a unos 2.210 (millones de euros)<sup>4</sup>. En 2014 el flujo de caja libre de VW fue de 10.784 (millones de euros) (Volkswagen, 2015) por lo que la cifra representa una reducción del 20,5% que, indudablemente, de cumplirse obligaría a la compañía a acometer importantes reformas estructurales y renegociaciones de deuda.

Anteriormente, hemos concluido que el *greenwashing*, aunque suponía un importante ahorro de costes implicaba comparativamente mayores pasivos contingentes: la multa y, lo peor, la pérdida de imagen corporativa. Una vez conocidos estos importes son integrados en la estructura de la empresa en el momento cero, a través del modelo de Merton (1974), para analizar su impacto en la probabilidad de insolvencia de la firma.

En el modelo de Merton el valor de las acciones ( $S$ ) es la diferencia entre el valor de la empresa ( $V$ ), procedente del valor actual de los flujos libres de caja esperados y ( $D$ ), que representa el valor actual de las deudas.

El valor bursátil de la compañía ( $S$ ) ascendía a 57.261,27 (millones de euros, a 31 de diciembre de 2008. La deuda financiera de la compañía ( $D$ ) era entonces de 65.729 (millones de euros);  $V$  alcanzaba un valor de 122.990,27 (millones de euros). Sin incluir más partidas, para una volatilidad inicial de 0,20 (5), la probabilidad de default, que el modelo de Merton se mide por  $N(-\alpha_2)$ , era del 4%.

Para analizar los efectos que la política de *greenwashing* tendría, se ha añadido a  $V$  el ahorro de costes (mayores flujos de caja) que implicaba el engaño, cuyo valor actual se había estimado en 5.803,48 (millones de euros); por otro lado, se ha disminuido de  $V$  la pérdida de imagen  $K_2=23.459,79$  (millones de euros), por exactamente lo contrario, representar una salida neta de flujos libres de caja provocada por menores ventas y reducción en los márgenes de la compañía.

A la deuda,  $D$ , se le ha añadido la multa,  $K_1=6.500$  (millones de euros) como si de otro bono cupón cero, pagadero en el momento del descubrimiento del engaño se tratara. Se ha aumentado la volatilidad de  $V$  desde 0,20 a 0,55 y la de la deuda, desde 0 a 0,18, calculada a partir de los precios de los bonos de VW desde enero de de 2015 a octubre de 2015

CUADRO 4  
OPCIÓN PUT INCLUYENDO EL DETERIORO DE IMAGEN CORPORATIVA (mill. de euros)

	VALOR. Modelo Margrabe and Fischer.	
Tasa de descuento	$r$	2,95%
Volatilidad Multa	$\sigma_{k1}$	0,3901
Volatilidad Ahorro	$\sigma_v$	0,2000
Volatilidad pérdida imagen corporativa	$\sigma_{k2}$	0,5500
Coefficiente de correlación	$\delta_{vk2}$	0,00%
Coefficiente de correlación	$\delta_{vk1}$	0,00%
Coefficiente de correlación	$\delta_{k1k2}$	100,00%
Varianza del proyecto		0,9237
Multa (K1)	K1	6.500.000
t descubrimiento engaño	t1	8
t caída en bolsa	t2	8
Valor presente del ahorro	V	5.803.480
Pérdida imagen corporativa (K2)	K2	23.459.792
$d_1$		0,929007
$d_2$		-1,78937162
Probabil. Standard Normal (-d1)		0,17644273
Probabil. Standard Normal (-d2)		0,96322251
Pérdida busáttil		21.767.466

FUENTE: Elaboración propia.

(Börse Frankfurt, 2016). Por último, se ha considerado, como anteriormente, que ambas magnitudes ( $V$  y  $D$ ) se encuentran muy correlacionadas ( $\delta=1$ )

Una vez implementadas las ecuaciones (21), (22) y (23) comprobamos como la probabilidad de default aumenta hasta el 38,6%, cayendo, según este resultado, el *rating* de la compañía hasta la calificación de bono basura.

Como era previsible tras nuestro análisis, y como contraste del mismo, indicar que una vez descubierto el engaño, el deterioro de la posición de la insolvencia de VW no se hizo esperar: el Banco Central Europeo comunicó que no pensaba comprar deuda de la compañía como parte de su cartera de activos. El mercado de los Credit Default Swaps (CDS) asignó a la cobertura de la deuda de VW una prima de 250 puntos básicos anuales desde 30 puntos básicos anteriores (lo que implica una probabilidad anual de default del 25% frente a la anterior del 3%) (El Diario 2015).

## CONCLUSIONES †

No cabe ninguna duda que las empresas y las organizaciones, principales agentes del desarrollo econó-

mico, deben de ser socialmente responsables y través de sus acciones asegurar que el crecimiento y el desarrollo económicos sean sostenibles en el tiempo y, así, puedan perdurar para las futuras generaciones. Sin embargo, la práctica del *greenwashing* es cada vez más habitual. Numerosos autores han advertido sobre las terribles consecuencias de estas políticas: pérdida de confianza por parte de los consumidores y falta de credibilidad sobre las políticas medioambientales que realizan otras empresas y organismos (Delmas et al 2012; Alejos-Góngora 2013).

En determinados sectores, como el automovilístico, parece ser que esta política de lavado de cara y publicidad engañosa es todavía más habitual. Ello se debe, sin lugar a dudas, a que las multas en los casos precedentes (Kia, Hyundai, Toyota, GM) han sido negociadas y reducidas hasta que finalmente los escarnios recibidos parecen escasos frente a los daños sociales y medioambientales ocasionados, habida cuenta del ahorro de costes disfrutado. Ello, sin lugar a dudas, ha incitado a la continuidad de tales políticas.

No obstante, tras el estudio, concluimos que el verdadero «castigo» que sufre y sufrirá el grupo Volkswagen no será tanto la esperada multa, 6.500 (millones

de euros) sino la pérdida de confianza de los consumidores y terceras partes interesadas, con el consiguiente deterioro de su imagen corporativa, cuyo valor esperado hemos cifrado en 23.459,79 (millones de euros) y el aumento de la probabilidad de insolvencia de la compañía, que podría llegar hasta el 38,6%.

Aunque está por comprobarse que la cifra determinada de pérdida de imagen corporativa sea consecuencia directa de una caída en los flujos de caja provocados por una disminución en las ventas, también hay que considerar que el escándalo en sí mismo puede tener un efecto boomerang de pérdida de legitimidad corporativa (Seele & Gatti 2015): los innegables daños para los intereses de los accionistas, especialmente los de los minoritarios abren otro camino de posibles demandas y responsabilidades.

Tras el análisis concluimos que si desde VW se hubiesen conocido de antemano las consecuencias del descubrimiento del engaño, es decir, si hubiesen medido adecuadamente el riesgo que tal política implicaba, esta estrategia de comunicación verde engañosa no hubiese resultado aconsejable económicamente bajo ningún punto de vista.

Sin embargo, ante tanto fraude, resultaría interesante que, aunque las autoridades no sean capaces de poner fin a tales prácticas, sea el mercado, los consumidores y terceras partes interesadas las fuerzas que sí den un ejemplar castigo ante lo sucedido. Sólo de este modo las empresas que practican ventas y publicidad engañosa podrán entender que ser socialmente responsable no es una opción estratégica de mera apariencia sino una obligación de realmente serlo, cuyas consecuencias no sólo son beneficiosas para el conjunto de la sociedad sino también para ellas mismas.

El artículo supone una primera aproximación sobre la capacidad de las Opciones Reales para valorar proyectos empresariales que se encuentren sujetos a determinados riesgos originados por focos diferentes al endeudamiento. En el caso que nos ocupa, la política de *greenwashing* de VW que encubría incumplimientos técnicos y legales sobre emisiones medioambientales.

Otra manera de realizar este análisis hubiese sido a través de una opción compuesta, puesto que en realidad en el modelo de Merton (1974),  $V$ , valor empresa, también podría haberse interpretado como una opción de opciones, introduciendo la secuencialidad en las decisiones de accionistas y de acreedores de capital al ejercer sus derechos ante la llegada de nueva información y expectativas futuras (Carr, 1988). Otra futura línea de investigación es la inclusión de la teoría de juegos en las negociaciones entre accionistas y acreedores de capital, así como la postura (posibles demandas) que pudieran tomar éstos frente a la compañía (Fan & Sundaresan, 2000). Todo ello será objeto de futuras investigaciones.

## NOTAS: †

- [1] En contabilidad, un pasivo contingente es una obligación, a raíz de sucesos pasados, cuya existencia puede ser consecuencia, con cierto grado de incertidumbre, de un suceso futuro. Es posible que no esté recogida en los libros por no ser susceptible de cuantificación en ese momento.
- [2] El FCL representa los medios líquidos que se espera genere la inversión para los oferentes de capitales. Se calcula como el beneficio antes de intereses y después de impuestos, menos las necesidades futuras o variaciones de activos corrientes o «working capital» (WC), e inversiones en activos no corrientes o gastos de capital «capital expenditures» (CAPEX).
- [3] Iguala la ecuación a cero porque para el autor el tipo de interés de un préstamo libre de riesgo, en un mercado perfecto, es cero.
- [4] Para su cálculo se ha despejado la reducción del FCL, a partir de la fórmula de perpetuidad propuesta por Modigliani & Miller (1958), de manera que  $V = FCL / k_c$ ; para  $K_0$  igual al coste medio ponderado del capital de la empresa, que se ha determinado en 9,42% en función de las condiciones del mercado y estructura de capital de la compañía.
- [5] Hemos asociado la volatilidad histórica de las acciones de la compañía al conjunto de la estructura económica de la firma y una volatilidad igual a cero para la estructura de deuda, dado el entorno de bajos tipos de interés en Europa.

## BIBLIOGRAFÍA †

- AMRAM, M. & Kulatilaka, N. (2000). *Opciones reales, evaluación en un mundo incierto*. Barcelona: Gestión.
- BBC (2015). What is Volkswagen accused of?. <http://www.bbc.com/news/business-34324772> (acceso 25 de marzo de 2016).
- BLACK, F. & SCHOLES, M. (1973). «The pricing of options and corporate liabilities». *The Journal of political economy*, pp. 637-654.
- BÖRSE FRANKFURT, (2016). *Volkswagen price bonds*. [http://en.boerse-frankfurt.de/bonds/pricehistory/Volkswagen\\_Intl\\_Finance\\_NVEO-Medium-Term\\_Notes\\_200318-Bond-2018-](http://en.boerse-frankfurt.de/bonds/pricehistory/Volkswagen_Intl_Finance_NVEO-Medium-Term_Notes_200318-Bond-2018-) (acceso 25 de marzo de 2016).
- BRENNAN, M.J. & SCHWARTZ, E.S. (1985). «Evaluating natural resource investments». *Journal of business*, pp. 135-157.
- CARR, P. (1988). «The valuation of sequential exchange opportunities». *The Journal of Finance*, vol. 43, nº 5, pp. 1235-1256.
- COPELAND, T. & ANTIKAROV, V. (2001). *Real Options* Texere. New York.
- COX, J.C.; ROSS, S.A. & RUBINSTEIN, M. (1979). «Option pricing: A simplified approach». *Journal of financial Economics*, vol. 7, nº 3, pp. 229-263.
- DELMAS, M.A. & BURBANO, V.C. (2011). «The drivers of greenwashing». *California Management Review*, vol. 54, nº 1, pp. 64-87.
- DELMAS, M. A.; NAIRN-BIRCH, N. & BALZAROVA, M. (2013). «Choosing the right eco-label for your product». *MIT Sloan Management Review*, vol. 54, nº 4, p. 10.
- EL DIARIO (2015). [http://www.eldiario.es/economia/posibilidad-quebra-Volkswagen-cotiza-alza\\_0\\_436056686.html](http://www.eldiario.es/economia/posibilidad-quebra-Volkswagen-cotiza-alza_0_436056686.html) (acceso 25 de marzo de 2016).
- EL MUNDO (2015). *Las claves del escándalo de las emisiones de Volkswagen*. <http://www.elmundo.es/motor/2015/09/22/56015dafca47419f798b4589.html> (acceso 25 de marzo de 2016).
- ERIC LANE (2010). «Consumer Protection in the Eco-Mark Era: A Preliminary Survey and Assessment of Anti-Greenwashing Activity and Eco-Mark Enforcement», *The John Marshall Review of Intellectual Property Law*: pp. 742-773.
- EXPANSIÓN (2016). Volkswagen, ¿Candidata A Recibir La Multa Máxima?. <http://www.cnexpansion.com/negocios/2016/01/05/volkswagen-candidata-a-recibir-la-multa-maxima> (acceso 25 de marzo de 2016).

- EUROLEX (2001). «Libro verde - Fomentar un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas». <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52001DC0366> (acceso 25 de marzo de 2016).
- FAN, H. & SUNDARESAN, S.M. (2000). «Debt valuation, renegotiation, and optimal dividend policy». *Review of financial studies*, vol. 13, nº 4, pp. 1057-1099.
- FISCHER, S. (1978). «Call option pricing when the exercise price is uncertain, and the valuation of index bonds». *The Journal of Finance*, vol. 33, nº 1, pp. 169-176.
- GÓNGORA, C.L.A. (2013). «Caixa» de Responsabilidad Social de la Empresa y Gobierno Corporativo.
- GESKE, R. (1977). «The valuation of corporate liabilities as compound options». *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 12, nº 04, pp. 541-552.
- GRI (2006). *Global Sustainability Standards Board*. [https://www.globalreporting.org/standards/Earlier\\_GRI\\_Guidelines/Pages/default.aspx](https://www.globalreporting.org/standards/Earlier_GRI_Guidelines/Pages/default.aspx) (acceso 25 de marzo de 2016).
- HIPERTEXTUAL (2015). *Entiende la crisis de Volkswagen en cinco minutos*. <http://hipertextual.com/2015/09/caso-volkswagen> (acceso 25 de marzo de 2016).
- HULL, John (2000). *Options, Futures, & Other Derivatives*. Prentice Hall. Upper Saddle River (NJ) (4ª ed.)
- INVESTING (2015). *Germany 10-Year Bond Yield*. <http://www.investing.com/rates-bonds/germany-10-year-bond-yield-historical-data> (acceso 25 de marzo de 2016).
- KELLOGG, D. & CHARNES, J.M. (2000). «Real-options valuation for a biotechnology company». *Financial analysts journal*, vol. 56, nº 3, pp. 76-84.
- KULATILAKA, N. & PEROTTI, E.C. (1998). «Strategic growth options». *Management Science*, vol. 44, nº 8, pp. 1021-1031.
- LONGSTAFF, F.A. & SCHWARTZ, E.S. (1995). «A simple approach to valuing risky fixed and floating rate debt». *The Journal of Finance*, vol. 50, nº 3, pp. 789-819.
- MARGRABE, W. (1978). «The value of an option to exchange one asset for another». *The journal of finance*, vol. 33, nº 1, pp. 177-186.
- MERTON, R.C. (1973). «Theory of rational option pricing». *The Bell Journal of economics and management science*, pp. 141-183.
- MERTON R.C. (1974). «On the Pricing of Corporate Debt: The risk Structure of Interest Rate». *Journal of Finance*, pp. 440-470.
- MERTON, R.C. (1976). «Option pricing when underlying stock returns are discontinuous». *Journal of financial economics*, vol. 3, nº 1-2, pp. 125-144.
- MYERS, S.C. (1977). «Determinants of corporate borrowing». *Journal of financial economics*, vol. 5, nº 2, pp. 147-175.
- MYERS, S.C. (1984). *Principles of corporate finance*. McGraw-Hill.
- MODIGLIANI, F. & MILLER, M.H. (1958). «The cost of capital, corporation finance and the theory of investment». *The American economic review*, vol. 48, nº 3, pp. 261-297.
- SCHWARTZ, E.S. & MOON, M. (2000). «Rational pricing of internet companies». *Financial analysts journal*, vol. 56, nº 3, pp. 62-75.
- RUBIO-MARTÍN, G. & LAMOTHE-FERNÁNDEZ, P. (2010). «Valoración de las grandes corporaciones farmacéuticas, a través del análisis de sus principales intangibles, con el método de opciones reales». *Revista de Economía Financiera*, nº 2, pp. 47-74.
- Schwartz, E. S. (2004). «Patents and R&D as real options». *Economic Notes*, vol. 33, nº 1, pp. 23-54.
- SEELE, P. & GATTI, L. (2015). «Greenwashing Revisited: In Search of a Typology and Accusation Based Definition Incorporating Legitimacy Strategies». *Business Strategy and the Environment*.
- SMIT, H.T. & TRIGEORGIS, L. (2006). «Real options and games: Competition, alliances and other applications of valuation and strategy». *Review of Financial Economics*, vol. 15, nº 2, pp. 95-112.
- THE NEW YORK TIMES (2015). *Social Responsibility That Rubs Right Off*. <http://www.nytimes.com/2015/10/18/business/energy-environment/social-responsibility-that-rubs-right-off.html> (acceso 25 de marzo de 2016).
- PINDYCK, R.S. (1993). «Investments of uncertain cost». *Journal of financial Economics*, vol. 34, nº 1, pp. 53-76.
- UNITED NATIONS (2000). *Global compact*. <https://www.unglobalcompact.org/> (acceso 25 de marzo de 2016).
- United Nations (2015). *Conference on climate change*. Paris. <http://www.cop21.gouv.fr/en/> (acceso 25 de marzo de 2016).
- VOLSKWAGEN AG (2015). *Annual Report (2014, 2015)*. [http://www.volkswagenag.com/content/wcorp/info\\_center/en/publications/publications.acq.html/archive-on/icr-financial\\_publications/annual\\_reports/index.html](http://www.volkswagenag.com/content/wcorp/info_center/en/publications/publications.acq.html/archive-on/icr-financial_publications/annual_reports/index.html) (acceso 25 de marzo de 2016).
- YAHOO FINANCE (2016). *Volkswagen AG (VOW.DE)*. *Cotizaciones históricas*. <https://es.finance.yahoo.com/q/hp?s=VOW.DE> (acceso 25 de marzo de 2016).

