

## **PROPUESTA PARA GENERAR VALOR A LA EMPRESA O-I PELDAR S. A., POR UNIDADES DE RIESGO CREDITICIO, SIN ENTRAR EN ESTADO DE DEFAULT\***

**PROPOSAL TO CREATE VALUE FOR COMPANY O-I PELDAR S. A., BY UNITS OF CREDIT RISK, WITHOUT  
ENTERING DEFAULT STATUS**

Gloria Patricia Bohórquez Vergara\*\*

Laura Ximena Rodríguez Castro\*\*

José Alejandro Urriago Perea\*\*\*

Recibido: 7/07/2013  
Aceptado: 30/09/2013

### **Resumen**

Peldar S. A. es la empresa líder de la industria del vidrio en Colombia y en la actualidad presenta planes estratégicos de expansión, que llevará a cabo mediante la inversión en adquisición y mantenimiento de maquinaria. Se realizaron estudios en los que se determinó que la empresa no posee una estructura de capital óptima, en consecuencia destruye valor y genera un alto costo de oportunidad sobre el capital. El presente artículo presenta el diseño de un modelo de referencia que permita determinar la estructura óptima de capital para la adquisición de deuda financiera, sin que ello genere estados de *default* financiero. La propuesta se apoya en un modelo propio de riesgo de crediticio propuesto para empresas privadas.

**Palabras clave:** apalancamiento financiero, estructura de capital óptima, probabilidad de incumplimiento, valor económico, valoración de empresa.

### **Abstract**

Peldar S. A. is the leader in the glass industry in Colombia, currently has strategic expansion plans, which take place through investment in acquisition and maintenance of machinery. With relevant studies, it was determined that the company doesn't have an optimal capital structure, which allows to destroy value, and generate high capital opportunity cost. This article aims to design a reference model to determine the optimal capital structure for the acquisition of financial debt, without generating financial default states, supported by its own credit risk model for private companies.

**Key words:** financial leverage, optima capital structure, probability of default, valuation, economic value, enterprise value.

### **Introducción**

Para llevar a cabo diferentes proyectos de inversión, las empresas pueden financiarse con recursos propios o con deuda financiera, siendo esta relación la definición de su estructura de capital corporativa. Una estructura de capital óptima se logra al maximizar los indicadores de generación de caja de una firma sin que esto implique un mayor costo ponderado de sus fuentes de recursos, encontrando un equilibrio adecuado entre el riesgo financiero y su generación de valor. En términos de optimización, el valor de una compañía se maximiza al contar con un costo promedio ponderado de capital mínimo y mejores indicadores de rentabilidad y generación de caja.

Dependiendo de la estructura de capital que adopte cada empresa, el resultado puede llegar a generar o destruir valor a esta; llevándola, en el segundo caso, a asumir un alto costo de oportunidad en sus rendimientos. Un caso particular son las empresas que no cuentan con deuda financiera, como la compañía colombiana O-I Peldar S. A., objeto de estudio del presente trabajo. A partir de la información de los estados financieros de la compañía se realiza el diagnóstico. A partir de este diagnóstico y la implementación del modelo de riesgo crediticio propuesto, se pretende modificar su estructura de capital, permitiendo generar valor revelado en los indicadores de EVA, ROE y valor de la compañía, sin que esto incurra en la entrada de un estado de *default*.

\* El presente artículo es resultado de la investigación "Aplicaciones de la Ingeniería Financiera en el escenario de interacción de los mercados financieros con el Estado, las empresas y las familias" desarrollada por el grupo de investigación INNOVATic de la Universidad Piloto de Colombia.

\*\* Estudiantes del programa de Ingeniería Financiera de la Universidad Piloto de Colombia e integrantes del grupo de investigación INNOVATic de la misma institución. Correos electrónicos: gloria-bohorquez@hotmail.com, ximenrod91@hotmail.com, Colombia.

\*\*\*Magíster en Finanzas. Docente investigador del programa de Ingeniería Financiera e integrante del grupo de investigación INNOVATic de la Universidad Piloto de Colombia. Correo electrónico: aurriago@gmail.com, Colombia.

Gloria Patricia Bohórquez Vergara, Laura Ximena Rodríguez Castro y José Alejandro Urriago Perea

Con base en diversos estudios e investigaciones se ha demostrado que asumir riesgos financieros genera mayores oportunidades de mejora y progreso, siempre y cuando se establezca un monitoreo y control oportuno de sus riesgos. Para el trabajo que se presenta a continuación son referentes principales estudios como los que presenta Deloitte (2012), dejando atrás el paradigma, sobre la importancia y el impacto de la adquisición de deuda y la maximización del valor de la empresa a un nivel neutral del riesgo. Así mismo, el trabajo *Medición del riesgo crediticio en contrapartes bancarias Internacionales del Banco Central de Bolivia* (Martínez y Ballon, 2009), sobre la importancia de tener herramientas de análisis y monitoreo a las contrapartes respecto a sus obligaciones y probabilidades de incumplimiento.

La presente investigación se desarrolló en un período de seis meses y tuvo como punto de partida el análisis de los estados financieros de la empresa O-I Peldar S. A. Sobre dicho diagnóstico se identificaron problemáticas de índole financiera y se procedió a incluir dentro de las proyecciones de los estados de resultados, un nuevo proyecto de expansión, el cual involucra la definición de la estructura de capital para su financiación. Posteriormente, se procedió a realizar una optimización de la estructura de capital y el cálculo de la probabilidad de *default*, apoyado en los principios de los Modelo de Merton y KMV, mediante la propuesta de un nuevo modelo de riesgo crediticio, con el fin de maximizar la generación de valor de la empresa y los rendimientos esperados por los inversionistas, sin que ello tenga como efecto niveles de probabilidad de quiebra significativos.

La investigación se clasifica como evaluativa, ya que determina y cuantifica los beneficios de una estructura óptima de capital, por medio de una nueva propuesta para medir el riesgo crediticio, estableciendo una adecuado balance entre los indicadores de desempeño financiero y sus niveles de riesgo. Dicha evaluación se aplica con el fin de proponer solución práctica a una problemática previamente identificada.

El análisis de los estados financieros (Balance General, Estado de Resultados y Flujo de Caja), se realizó durante el periodo 2006 - 2011, por medio de estadísticas históricas, análisis sobre razones financieras y demás señales en la sección de diagnóstico financiero. En dicho periodo se encontraron dos principales factores de riesgo sobre el desempeño de la compañía, el primero relacionado a la volatilidad de la demanda de bebidas alcohólicas, la cual guarda una fuerte relación con los ingresos de la compañía; y un segundo relacionado a los costos de su principal insumo, la arena sílice, el cual se rige según la volatilidad de

los precios internacionales de dicho *commodity*. Para la identificación del impacto de dichos factores de riesgo sobre los cambios de patrimonio se utilizó el Método de Simulación Montecarlo, tras lo cual se obtuvo como resultado una distribución estimada de los niveles que podría llegar a tomar el patrimonio. Con el fin de estimar la probabilidad de *default*, se propuso una nueva metodología que permite cuantificar la probabilidad de que el patrimonio llegue a niveles negativos sobre la distribución previamente estimada. Finalmente, se realizó un proceso de optimización, teniendo como variable de decisión la estructura de capital y como nivel de maximización los indicadores de generación de valor, ajustados por unidad de riesgo crediticio o probabilidad de *default*.

### Referentes de Investigaciones

Como antecedentes más recientes respecto al objetivo principal del trabajo, se puede hacer referencia a un estudio realizado por Deloitte (2012). Su objetivo principal es resaltar el impacto que tiene la adquisición de deuda sobre las empresas, específicamente en la financiación por medio de pasivo financiero para solventar proyectos de inversión y/o resolver problemas de liquidez, deducción fiscal de intereses, entre otros. En línea con dicho objetivo, las empresas buscan no solo mantenerse en funcionamiento, sino, adicionalmente, maximizar su valor a un nivel de riesgo aceptable, todo esto mediante una estructura de capital balanceada.

Mediante características similares al objeto de estudio actual y como aporte importante de referencia, se encuentra el trabajo de investigación de Bernal y Corrales (2010) *Desviación respecto al óptimo teórico de la estructura de capital de la empresa tipo del sector fabricación de prendas de vestir en Colombia*. En este estudio se plantea la creación de una compañía que logre generar o crear valor para sus inversionistas por medio de una utilización eficiente de los recursos, que será identificada por medio de optimización en la estructura de capital. Dentro de los resultados se demuestra que existe una gran distancia entre la estructura de capital óptima teórica identificada y la estructura con la que trabajan las empresas del sector, evidenciando un costo de oportunidad significativo. Este resultado les permite a los autores concluir que el sector de fabricación de prendas de vestir en Colombia tiene una gran demanda de capital de trabajo operacional originado por grandes inventarios. Esto condiciona al sector a financiarse a corto plazo y en algunos casos a sufrir desfases de liquidez temporal que deben ser cubiertos por créditos de tesorería con un costo elevado. Los autores resaltan la financiación por medio de deuda financiera a largo plazo

Propuesta para generar valor a la empresa O-I Peldar S. A., por unidades de riesgo crediticio, sin entrar en estado de *default*

como una fuente generadora de valor, en compañías con fortaleza patrimonial.

Adicionalmente, puede encontrarse el trabajo desarrollado por Martínez y Ballón (2009). En dicho trabajo, los autores se basan en la identificación del riesgo crediticio al que se expone el Banco Central de Bolivia (BCB), en un contexto reciente como lo fue la crisis financiera Sub-Prime de 2008. Para ello, los autores proponen como complemento adicional a las tradicionales calificaciones crediticias estáticas, una mejora en el monitoreo y control de manera dinámica basado en el modelo KMV- Merton.

**La ecuación diferencial parcial (PDE) de Black-Scholes**

Los modelos Black and Scholes y Merton han tenido una gran impacto en la economía y en la ingeniería financiera, al permitir definir de forma estructurada la valoración de opciones financieras y reales. El origen de estos modelos se remonta a 1822 cuando Joseph Fourier publica *Théorie Analytique de la Chaleur* sobre la conducción de calor, cuya investigación ganó el Premio de la Academia de Ciencias de París en 1812. En 1827, Robert Brown, un botánico inglés, analizó el movimiento de las partículas de polen en el agua, asociándolo con movimientos de la materia viviente; pero fue en 1905 que Albert Einstein diseñó un modelo para explicar este fenómeno y lo denominó movimiento browniano en honor a su descubridor.

En 1900 Louis Bachelier propuso aplicar el movimiento browniano para determinar el precio de las acciones, bajo la valoración de opciones financieras. El modelo fue mejorado por Paul Samuel y James Boness, al plantear un movimiento browniano geométrico en el precio de la acción. Más tarde Fischer Black y Myron Scholes desarrollaron un modelo llamado Black-Scholes, que permitía valorar una opción financiera mediante el movimiento browniano geométrico bajo los supuestos de que la acción no paga dividendos, su ejercicio es al vencimiento (opción europea), el mercado es eficiente, no hay costos de transacción, las tasas de interés son constantes y los rendimientos de las acciones se distribuyen normalmente.

El movimiento browniano geométrico es un proceso que describe el comportamiento de ciertas variables aleatorias a medida que se desplazan en el tiempo. Este es un tipo de procesos estocásticos, en el cual únicamente el valor presente de una variable como punto de partida es relevante para predecir el futuro. La historia de aquella variable y la forma como el valor presente ha surgido del pasado es irrelevante.

Al aplicar este concepto sobre los precios, el movimiento browniano supone que el cambio de un período al siguiente no está relacionado con las series pasadas de cambios de precio, es decir, cada cambio de precio es independiente de los cambios de precio anteriores y la volatilidad de los cambios de precio se mantiene constante en el tiempo.

Una definición formal del movimiento browniano consiste en un proceso estocástico que sucede entre el tiempo inicial  $t$  hasta el infinito, cuyo valor inicial estandarizado es cero, presentando una trayectoria continua de eventos futuros, los cuales son independientes entre sí, y sus incrementos están normalmente distribuidos.

$$\{W_t: 0 \leq t < \infty\}$$

$$W_0 = 0$$

$$W - W_s \sim N(0, t-s)$$

La condición de independencia en los incrementos significa que si:

$0 \leq s_1 \leq t_1 \leq s_2 \leq t_2$ , por lo tanto los incrementos  $W_{t1} - W_{s1}$  y  $W_{t2} - W_{s2}$  son variables aleatorias e independientes.

Asumiendo que una variable  $X_t$ , referente al precio de un activo financiero, sigue el siguiente proceso Ito:

$$dX_t = a dt + b dW(t)$$

El cual contiene un primer componente no estocástico y un segundo estocástico.

Al integrar el proceso Ito obtenemos:

$$X_t = X_0 + at .$$

Donde  $X_0$ , es el precio inicial del activo, evidenciando que  $X_t$  incrementa su valor a medida que el tiempo  $t$  lo hace, a un tasa constante  $a$ . En términos financieros  $a$  representa la rentabilidad esperada de un activo en un periodo de tiempo  $t$ . El componente  $b \cdot dW(t)$ , representa el ruido de la variabilidad, equivalente a un múltiplo recogido en el término  $b$ , que amplifica un número de veces un proceso Wiener. En términos financieros,  $b$  representa la volatilidad de los retornos de un activo en un periodo de tiempo  $t$ .

En concreto, el proceso Ito es un movimiento browniano con un cambio instantáneo  $at$  y una varianza instantánea  $b^2$ . El término  $dW$



Gloria Patricia Bohórquez Vergara, Laura Ximena Rodríguez Castro y José Alejandro Urriago Perea

se encuentra normalmente distribuido con media igual a cero y varianza igual a  $dt$ , lo cual es conocido como el proceso Wiener.

Al considerar el más popular modelo estocástico con Movimiento geométrico browniano como:

$$Y = e^{X_t}$$

Donde

$$X_t = Ln(S)$$

Siendo  $Y_t$  el precio de un activo financiero en el momento  $t$ .

El parámetro  $X_t$  presenta un Movimiento browniano con valor esperado  $\mu$  y desviación estándar  $\sigma$ .

$$dY = \frac{\partial Y}{\partial X_t} dX_t + \frac{\partial Y}{\partial t} dt + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 Y}{\partial X_t^2} dX_t^2 [1]$$

Donde

$$\frac{\partial y}{\partial x} = Y, \quad \frac{\partial y}{\partial t} = 0, \quad y \frac{\partial y^2}{\partial x^2} = Y$$

$$dY = Y dX_t + 0 + \frac{1}{2} Y dX_t^2$$

Al reemplazar  $dX_t$  por  $a \cdot dt + b \cdot dW(t)$

$$dY = Y(a \cdot dt + b \cdot dW(t)) + 0 + \frac{1}{2} Y(a \cdot dt + b \cdot dW(t))^2$$

$$dY = Y(a \cdot dt + b \cdot dW(t)) + \frac{1}{2} Y(a \cdot dt^2 + 2 \cdot a \cdot dt \cdot b \cdot dW(t) + (b \cdot dW(t))^2)$$

Acorde con el Lema de Ito:  $dt \cdot dW=0, dt^2=0$  y  $dW^2=dt$

$$dY = Y(adt + bdW(t)) + \frac{1}{2} Yb^2dt$$

$$\frac{dY}{Y} = (a + \frac{1}{2}b^2)dt + bdW$$

$$\frac{dY}{Y} = (a + \frac{1}{2}b^2)dt + bdW$$

$$\frac{dY}{Y} = \left( \mu + \frac{1}{2}\sigma^2 \right) dt + \sigma dW \quad [2]$$

Por lo tanto el retorno compuesto continuo anualizada instantánea es  $\mu+1/2\sigma^2$  y no únicamente  $\mu$ .

De forma similar, al definir una opción financiera como un activo financiero cuyo valor depende del comportamiento de su

subyacente. Es posible determinar el cambio de una opción financiera en función a sus determinantes como:

$$O(X_t, t)$$

$$dO = \frac{\partial O}{\partial X_t} dX_t + \frac{\partial O}{\partial t} dt + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 O}{\partial X_t^2} dX_t^2$$

Al reemplazar  $dX_t$  por  $a \cdot dt + b \cdot dW(t)$

$$dO = \frac{\partial O}{\partial X_t} \cdot (a \cdot dt + b \cdot dW(t)) + \frac{\partial O}{\partial t} \cdot dt + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 O}{\partial X_t^2} \cdot (a \cdot dt + b \cdot dW(t))^2$$

$$dO = \left[ \frac{\partial O}{\partial X_t} \cdot a + \frac{\partial O}{\partial t} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 O}{\partial X_t^2} \cdot b^2 \right] \cdot dt + \frac{\partial O}{\partial X_t} \cdot b \cdot dW(t)$$

Al formar una cartera compuesta por una posición larga en acciones equivalente  $a\partial O/\partial S$  y una posición corta en una opción  $O$ , obtenemos un portafolio libre de riesgo, debido a que los cambios de la posición en acciones estará cubierta por los cambios en la posición de la opciones de cobertura, en un mundo neutral al riesgo. En consecuencia, el valor del portafolio estará definido como:

$$\Pi = S \cdot \frac{\partial O}{\partial S} - O$$

El cambio en el valor del portafolio en el momento  $dt$  se define como:

$$d\Pi = dS \cdot \partial O / \partial S - dO$$

Sustituyente  $dS = \mu \cdot S \cdot dt + \sigma \cdot S \cdot dW(t)$  y  $dO$

$$d\Pi = \left[ -\frac{\partial O}{\partial t} - \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 O}{\partial S^2} \cdot \sigma^2 \cdot S^2 \right] \cdot dt$$

Es importante anotar que este portafolio es libre de riesgo, por lo tanto debería ofrecer una rentabilidad equivalente a la de un activo libre de riesgo. Si este portafolio ofrece mayor rentabilidad que la tasa libre de riesgo, habría posibilidades de arbitraje al solicitar prestado a la tasa libre de riesgo e invertir dicho dinero en tal portafolio.

En línea con lo anterior, la rentabilidad de la cartera debe ser la rentabilidad del activo libre de riesgo

$$d\Pi = r \cdot \Pi \cdot dt$$



Propuesta para generar valor a la empresa O-I Peldar S. A., por unidades de riesgo crediticio, sin entrar en estado de *default*

Reemplazando

$$\left[ -\frac{\partial O}{\partial t} - \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 O}{\partial S^2} \cdot \sigma^2 \cdot S^2 \right] \cdot dt = r \cdot \left[ S \cdot \frac{\partial O}{\partial S} - Opcion \right] \cdot dt$$

$$\left[ \frac{\partial O}{\partial t} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 O}{\partial S^2} \cdot \sigma^2 \cdot S^2 \right] \cdot dt = r \cdot \left[ O - S \cdot \frac{\partial O}{\partial S} - \right] \cdot dt$$

Obteniendo la ecuación diferencial parcial (PDE) de *Black-Scholes*:

$$\left[ \frac{\partial O}{\partial t} + r \cdot S \cdot \frac{\partial O}{\partial S} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 O}{\partial S^2} \cdot \sigma^2 \cdot S^2 \right] = r \cdot O$$

$$\frac{1}{r} \cdot \left[ \frac{\partial O}{\partial t} + r \cdot S \cdot \frac{\partial O}{\partial S} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 O}{\partial S^2} \cdot \sigma^2 \cdot S^2 \right] = O$$

**Componentes de la fórmula de *Black-Scholes***

En un mundo neutral al riesgo, todos los activos presentan una rentabilidad igual a la tasa libre de riesgo. Para conformar un portafolio entre acciones (subyacente) y opciones, el cual proporcione una tasa libre de riesgo, su riesgo en conjunto debe ser equivalente a dicho activo sin riesgo.

Para lograr tal objetivo, las acciones compradas deben ser cubiertas por una opción, en un nominal equivalente a la porción de cobertura proporcionada por el derivado, equivalente al delta de la opción.

Formalmente, el portafolio estará integrado por una posición larga en acciones, cuyo nominal será equivalente al delta y una corta en opciones:

$$\Pi = S \cdot \frac{\partial O}{\partial S} - O$$

El retorno de aquel portafolio debe ser igual al de un activo libre de riesgo:

$$\Pi = B$$

Por tener un signo negativo, el parámetro B corresponde al valor solicitado en préstamo a una tasa libre de riesgo:

$$O = S \cdot \frac{\partial O}{\partial S} - B$$

En términos financieros, si una opción *Call* es ejercida en la fecha de expiración, el tenedor de la opción recibe las

acciones valoradas al precio  $S(t)$  y tendrá que pagar por ellas el precio *Strike* ( $K$ ):

$$C = S(t) - K, \text{siendo } t = T \quad [3]$$

Para llevar dicho valor a un valor presente, es necesario conocer la probabilidad de que la opción sea ejercida y su factor de descuento. Para ello, se define que una opción *Call* será ejercida si el precio de la acción en la fecha de expiración es mayor a su *strike* definido:

$$P(S(T) > K) \\ N(d2) = P(S(T) > K)$$

Y al traer a valor presente, el *strike* que se ejercerá o no en la fecha de expiración:

$$C = (S(0) - Ke^{-rt}) \cdot N(d2)$$

Sin embargo, si el valor de una opción fuera solo evaluado por el escenario en que es ejercida, incluida la probabilidad de que esto suceda, la opción tendría valores negativos cuando se encuentre *Out the money*, lo cual claramente no es el caso.

Este error conceptual se da, muy comúnmente, porque el evento de ejercer la opción no es independiente de la magnitud aleatoria que toma el precio  $S(t)$ . Si el ejercicio fuera completamente aleatorio y no relacionado con el precio del subyacente, entonces el valor presente de la acción sería  $S \cdot N(d2)$ . De hecho, el ejercicio de la opción no es una variable aleatoria, sino que depende de los valores futuros que tome el precio del subyacente. Por lo tanto  $S \cdot N(d2)$  subestima su valor esperado.

Realmente, en la fecha de expiración el valor esperado que se recibe por ejercicio de la opción, depende de dos hechos: la probabilidad de que el precio de la acción sea superior al *strike*  $N(d2)$  y del valor esperado del precio de la acción si supera el *strike*  $E(S(T)|S(T) > K)$ .

Formalmente puede ser expresado como:

$$E(S(T)|S(T) > K) \cdot e^{-rt} \cdot P(S(T) > K) \\ E(S(T)|S(T) > K) \cdot e^{-rt} \cdot N(d2) \\ S(0) \cdot N(d1) [4]$$

Retoman

$$C = S(0) \cdot N(d1) - Ke^{-rt} \cdot N(d2) \quad [5]$$

El término  $N(d2)$  representa la probabilidad ajustada al riesgo de que una opción sea ejercida en la fecha de expiración o se encuentre *In the money* en un mundo neutral

Gloria Patricia Bohórquez Vergara, Laura Ximena Rodríguez Castro y José Alejandro Urriago Perea

al riesgo, es decir, representa la probabilidad de que el precio  $S(T)$  sea mayor al Strike  $K$ .

Por lo tanto,  $S(0) \cdot N(d1)$  representa el valor presente de las acciones a recibir, condicionado a que el precio  $S(T)$  en la fecha de expiración será mayor el precio strike  $K$ :

Otra útil interpretación de  $N(d1)$ , surgen desde la definición de valor de una opción:

$$\begin{aligned} \pi &= S \cdot \frac{\partial O}{\partial S} - O \\ \pi &= B \\ O &= S \cdot \frac{\partial O}{\partial S} - B \end{aligned}$$

Donde  $N(d1) = \partial O / \partial S$ , es decir que representa el delta o pendiente del cambio del valor de una opción por variaciones del valor del subyacente. De forma similar, el término

$$B = K \cdot E^{-r \cdot (T-t)} \cdot N(d2)$$

representa el valor solicitado en préstamo  $B$  para financiar las compras de las acciones por un monto de  $\partial O / \partial S$ . El costo de comprar  $\partial O / \partial S$  unidades de acciones y suscribir una opción es de  $B = S(0) \cdot \partial O / \partial S - O(0)$ , es conocido como delta neutral, pues a pequeños cambios del subyacente, no afectará el valor de su portafolio.

Asumiendo que el logaritmo de los precios están normalmente distribuidos, la tasa de retorno continua compuesta en un mundo neutral al riesgo, probada en la ecuación [2] es igual a:

$$\mu = r - \frac{1}{2} \cdot \sigma^2$$

Por lo tanto, en el momento  $t$ , el logaritmo del precio  $S(t)$  esta normalmente distribuido con media  $\ln S(0) + (r - \frac{1}{2} \cdot \sigma^2) \cdot t$  y desviación estándar  $\sigma \cdot \sqrt{t}$ . Al estandarizar la variable  $\ln S(t)$ , frente a su media y desviación estándar:

$$\begin{aligned} & \frac{\ln S(t) - \mu}{\sigma} \\ & \frac{\ln S(t) - \ln S(0) + (r - \frac{1}{2} \cdot \sigma^2) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{t}} \\ & \frac{\ln \frac{S(t)}{S(0)} + (r - \frac{1}{2} \cdot \sigma^2) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{t}} \\ d2 &= \frac{\ln \frac{S(t)}{K} + (r - \frac{1}{2} \cdot \sigma^2) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{t}} \quad [6] \\ d1 &= \frac{\ln \frac{S(t)}{K} + (r + \frac{1}{2} \cdot \sigma^2) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{t}} \quad [7] \end{aligned}$$

**Modelo de Robert Merton**

En 1974 Robert Merton, premio nobel de economía, propuso un modelo que estimaba el riesgo de impago de las compañías, en el que los accionistas compraban una opción *Call*, que al vencimiento era evaluada entre el valor de mercado de los activos menos el valor de la deuda, representando el valor residual del patrimonio que percibiría el accionista.

En este modelo el valor de los activos de una firma, obedecen a un proceso de difusión *log normal* con una volatilidad constante. La firma emite dos clases de activos: patrimonio y deuda. Se asume que deuda es un bono cero cupón, cuyo principal será pagado en el tiempo  $T$ .

Si en el tiempo  $T$  los activos de la firma exceden el valor prometido de la deuda, los prestamistas recibirán su pago y los accionistas recibirán el valor residual del valor del activo. Si el valor de los activos es menor al valor de la deuda en el momento  $T$ , los prestamistas recibirán el valor de los activos y los accionistas ningún valor. La definición de *default* técnico, se establece cuando los activos no sean lo suficientes para pagar por lo menos la totalidad de la deuda adquirida, como lo presentan Black y Scholes en *The Pricing of Options and Corporate Liabilities* (1973).

El modelo Merton se basa en los siguiente supuestos: tasa de interés constante, volatilidad constante del valor de la empresa, quiebra sin costo, entre otros expuestos (Bank of England, 2003).

Formalmente:

$$E_t = \max[At - D, 0]$$

Donde  $E_t$  es el valor patrimonial,  $A_t$  el nivel de activos en el momento  $t$  y  $D$  el valor de la deuda.

Formalmente, al aplicar [5] :

$$\begin{aligned} C &= A(0) \cdot N(d1) - D e^{-rt} \cdot N(d2) \\ d2 &= \frac{\ln \frac{A(0)}{D} + (\mu - \frac{1}{2} \cdot \sigma_A^2) \cdot T}{\sigma_A \cdot \sqrt{t}} \quad [6] \\ d1 &= \frac{\ln \frac{A(0)}{D} + (\mu + \frac{1}{2} \cdot \sigma_A^2) \cdot T}{\sigma_A \cdot \sqrt{t}} \quad [7] \end{aligned}$$

Donde a diferencia del modelo de *Black-Scholes*, la tasa libre de riesgo es modificada por la tasa de retorno esperada del activo  $\mu$ .

Propuesta para generar valor a la empresa O-I Peldar S. A., por unidades de riesgo crediticio, sin entrar en estado de *default*

Como se definió anteriormente, el término  $N(d2)$  representa la probabilidad de que una opción sea ejercida en la fecha de expiración, es decir, representa la probabilidad de que el activo  $A(T)$  sea mayor a la deuda  $D$ . Por lo tanto, si deseamos conocer la probabilidad de *default* esta será igual a  $N(-d2)$ , que equivale a la probabilidad de que los accionistas no ejercerán su opción *Call*, para comprar los activos de la compañía a una tasa strike  $D$  en el tiempo  $T$ .

Como lo muestra Jones (1984), debido a que el valor del patrimonio es una función de los activos, es posible utilizar el Lema de Ito para determinar la volatilidad instantánea del patrimonio de la volatilidad de los activos:

$$E_0 \cdot \sigma_e = \frac{\partial E}{\partial A} \cdot A_0 \cdot \sigma_A$$

Usando la definición del patrimonio en función a su activo:

$$E_0 = A_0 [N(d1) - LN(d2)]$$

Al despejar la volatilidad del activo:

$$\sigma_e = \frac{\sigma_A \cdot N(d1)}{N(d1) - LN(d2)}$$

$$\sigma_A = \frac{\sigma_e \cdot N(d1) - LN(d2)}{N(d1)}$$

El anterior enfoque de evaluación del riesgo de crédito, permite estimar la probabilidad de *default* de una compañía, entre otros útiles insumos planteados en el actual documento, como son la definición de la estructura optima de capital y la determinación del impacto de simulación de escenarios extremos e hipotéticos.

### Modelo KMV

El modelo KMV (Kealhofer, McQuown and Vasicek), desarrollado para KMV Corporation y adquirida en 2002 por Moodys, es una extensión del modelo de Merton con un enfoque estructural; requiere un número de supuestos como que el valor del subyacente de la firma siga un movimiento geométrico browniano y que cada firma tenga un bono cero cupones que representa su deuda. Sus mayores componentes son el punto de *default* y la distancia al *default*. La primera se refiere a la cantidad de deuda tanto de corto como de largo plazo que debe ser cubierta por el activo para no entrar a una zona de *default*, equivalente a *strike* de la opción. La segunda (la distancia al *default*) cuantifica el colchón existente entre el activo y la deuda, equivalente a la capacidad patrimonial

de la compañía. En términos probabilísticos la distancia al *default* es estandarizada para posteriormente encontrar la probabilidad de *default*. Visiblemente, entre menor sea la distancia mayor será la probabilidad de quiebra de la firma.

El punto de *default* o *strike* es definida como:

$$d^* = \text{Deuda\_Corto\_Plazo} + 1/2 \cdot \text{Deuda\_Largo\_Plazo}$$

La distancia al *default* es definido como:

$$df = \frac{E(A_T) - d^*}{\sigma_A}$$

$$df = \frac{LN\left(\frac{A_0}{d^*}\right) + \left(\mu - \frac{1}{2} \cdot \sigma_A^2\right) \cdot T}{\sigma_A \cdot \sqrt{t}}$$

Donde  $A_0$  es el actual valor de mercado de la firma,  $\mu$  es el valor esperado del retorno del activo y  $\sigma_A$  la volatilidad anualizada del activo.

Debido a que el modelo KMV toma tanto valores del mercado del patrimonio por medio de la cotización de las acciones en un mercado bursátil líquido, como su volatilidad de las acciones para estimar la volatilidad del activo, permite un rápido reflejo de cualquier deterioro en la calidad crediticia de una compañía. Este modelo trabaja mucho mejor en mercados eficientes con altos niveles de liquidez.

El modelo KMV provee un proceso continuo de monitoreo de la calidad crediticia de las compañías listadas en bolsa, que puede llegar a ser difícil y costoso al duplicarlo, utilizando un análisis crediticio tradicional.

### Propuesta modelo crediticio aplicado a empresas privadas

Para empresas privadas cuya acción no cotiza en bolsa, la obtención de la volatilidad de los activos puede llegar a ser un dato inobservable. La actual metodología propuesta tiene como objetivo determinar la probabilidad de *default* de una firma privada y su distancia al *default*, por medio de la utilización de la distribución probabilística del patrimonio.

El modelo propuesto, además, proporciona a los gestores de la compañía la posibilidad de simular diferentes escenarios de expansión, estructuras de capital cambiantes, situaciones de estrés y procesos optimización, con el fin de servir como referencia al objetivo primario de maximización de la generación de valor con niveles de riesgo crediticio aceptables definidos.

Gloria Patricia Bohórquez Vergara, Laura Ximena Rodríguez Castro, José Alejandro Urriago Perea

En las firmas privadas existen dos hechos que imposibilitan la aplicación de los modelos Merton y KMV. El primero por la dificultad de observar la volatilidad del patrimonio y el segundo lugar por el hecho de no contar con el valor de mercado de los activos y del patrimonio.

Respecto al supuesto de normalidad del desempeño futuro de los activos, la metodología propuesta permite relajar esta condición, por distribuciones empíricas de los factores de riesgo observados, agregándolos por medio de una simulación Montecarlo.

Adicionalmente, se propone un enfoque diferente en la valoración de la opción, al definir el subyacente como el valor de mercado del patrimonio, en contraste con los modelos Merton y KMV que lo definen como el valor de mercado del activo. Esto permite que el *strike* o punto de *default* se determine cuando el valor del patrimonio sea cero, por lo tanto, los escenarios de *default* ocurrirán cuando el valor del patrimonio sea negativo.

Lo anterior marca una diferencia con el enfoque de Merton, el cual define que en caso de *default* los accionistas no recibirán nada, debido a su responsabilidad limitada. El modelo propuesto permite incluir el escenario en que los accionistas son solidarios con las pérdidas y/o los eventos en que se capitaliza la compañía. También permite aplicar dicho modelo en compañías que no presentan deuda, que debido a su etapa primaria o inestabilidad pueda llegar a presentar pérdidas del ejercicio mayores a su patrimonio y que no son contempladas por el modelo de Merton. En resumen, el modelo propuesto plantea un cambio en la concepción del *default*, como la probabilidad de observar patrimonios negativos, abriendo la posibilidad de concebir escenario de rescate por medio de la capitalización accionaria, así como la valoración de *default* en compañías sin deuda.

Formalmente, la probabilidad de *default* de la metodología propuesta se define como:

$$Pr(Et < 0) = \int_{-\infty}^0 F(x)dx$$

Donde  $F(x)$  es la función de distribución acumulativa del patrimonio.

Hay que anotar que  $F(x)$  es la agregación de distribución de los factores de riesgo definidos. Debido a la imposibilidad de observar la volatilidad del patrimonio y mucho menos su distribución empírica, se identifican en una etapa previa los principales factores de riesgo que determinan los cambios en el patrimonio, de los cuales sí es posible identificar sus distribuciones probabilísticas.



Mediante una simulación Montecarlo, se generan una serie de números aleatorios, creando cambios en los valores de los factores de riesgo según sus distribuciones definidas, que al estar ligados a la valoración de la compañía, genera igualmente cambios en los valores patrimoniales, resultando en una distribución estimada del patrimonio. Una vez identificada la distribución estimada del patrimonio, la zona ubicada entre valores de cero y menos infinito del patrimonio corresponderá a la probabilidad de default.

**Métodos de valoración de empresas**

La valoración de una empresa permite cuantificar el valor de mercado esperado de los activos de una compañía, en función de su desempeño y situación financiera, identificando las fuentes y usos de caja, frente al costo promedio de capital revelado en su estructura financiera.

La valoración permite la gestión adecuada, por parte de los directivos, frente a su objetivo de maximización de su valor, definiendo una estructura de capital óptima, acorde su capacidad de endeudamiento, capitalización patrimonial, políticas de dividendos, entre otras, como las expuestas por Rico (2006).

Entre las principales metodologías de cálculo para la valoración de las empresas están la valoración por múltiplos financieros y por flujo de caja descontado.

**Valoración por Múltiplos**

Este método se basa en una valoración de carácter comparativo, al asumir que el valor de una compañía depende de una razón financiera representativa del sector al que pertenezca. En el siguiente cuadro se hace referencia a los principales múltiplos financieros:

Tabla 1. Principales múltiplos financieros

Múltiplo financiero	Característica	Fórmula	Siglas
RPG (Relación precio ganancia)	Determina el tiempo en que se recupera la inversión.	RPG=Precio/UPA	UPA: Utilidad por acción
Q tobin	Determina si una acción está sobrevalorada o subvalorada	Qtobin = Valor de Mercado / Valor Patrimonial	Q>1 Sobrevalorada Q<1 Subvalorada
Valor de dividendos	Establece que el valor de una acción es el valor actual de los dividendos que espera tener de una acción	Va=DPA/Ke	Va= Valor de las acciones DPA = Dividendo por acción Ke = Costo del patrimonio o rentabilidad exigida por los accionistas.
Múltiplo de las ventas:	Número de veces que paga el inversionista por cada peso en ventas	Rv=PA/V	Rv = Rentabilidad sobre las ventas PA = Precio de la acción V = ventas

Fuente: elaboración propia a partir de Vélez-Pareja (2004).

Propuesta para generar valor a la empresa o-i peldar s. A., Por unidades de riesgo crediticio, sin entrar en estado de default

Tabla 2. Otros múltiplos financieros

Indicador	
VE/EBIT	EBIT = Utilidad antes de impuestos e intereses
VE/EBITDA	EBITDA = Utilidad antes de impuestos, intereses, depreciaciones y amortizaciones
VE/FCLO	FCLO= Flujo de caja operacional
VA/VC	VC= Valor contable
VE = Valor de la empresa	
VA = Valor de los activos	

Fuente: elaboración propia a partir de Vélez-Pareja (2004).

Tabla 3. Ventajas y desventajas del método, múltiplos financieros

Ventajas	Desventajas
*Simplicidad *información valiosa	*Perdida de aspectos específicos *No tiene en cuenta información Relevante *Representa el pasado y presente pero no necesariamente el futuro de la compañía

Fuente: elaboración propia, información extraída de ZUMMA (2012).

Esta metodología permite calcular el valor de empresa de manera rápida y fácil, pero con menor confiabilidad, como lo argumenta Fernández (2013).

**Flujo de caja descontado**

Este método cuantifica el valor esperado de los flujos de efectivo futuros con que cuenta la empresa después de haber cumplido con las principales necesidades operativas y de reinversión de activos, sin tener en cuenta la deuda financiera, como lo menciona Brugger (2013).

El flujo de caja libre parte de la utilidad operacional, de la siguiente forma:

- Utilidad Operacional
- Impuestos
- = **UODI**
- + Depreciaciones
- + Amortizaciones
- = **Flujo de caja bruto**
- CAPEX
- Var. KTNO
- = **Flujo de caja Libre**

El flujo de caja libre permite determinar el flujo disponible para pago de intereses, abono a capital y pago de dividendos en efectivo.

Una vez se tiene el flujo de caja libre, es necesario calcular el costo promedio ponderado de capital (WACC), que será la ponderación de la participación de cada uno de los componentes de la estructura de capital, es decir, de la deuda financiera y del patrimonio por el costo individual de cada uno, de la siguiente manera:

$$WACC = (\% \text{ deuda financiera} * K_d) + (\% \text{ patrimonio} * K_e)$$

**Coste del patrimonio (Ke).** El modelo CAPM, modelo de Valoración de Activos de Capital, sugiere cuál es la rentabilidad que un inversionista podría esperar, su cálculo se define así:

$$K_e = K_L + (K_M - K_L) * B$$

En donde,

- Ke = Rentabilidad esperada por el inversionista o Costo del Patrimonio.
- KL = Rentabilidad “libre de riesgo” del mercado (Bonos del Tesoro)
- KM = Rentabilidad del mercado Accionario
- (KM-KL) = Prima por el riesgo de mercado
- B = Beta, es una media de riesgo que relaciona la volatilidad de la rentabilidad de una acción con la volatilidad de la rentabilidad del mercado.

**Coste de la deuda (Kd).** El otro factor para determinar el WACC es el coste de la deuda (kd) después de impuestos, es decir, la tasa de interés que se cobraría por asumir la deuda después de impuestos.

$$K_d = Int * (1 - t)$$

t = Impuesto de renta.

Para determinar el valor presente de los flujos, se utiliza como tasa de descuento el WACC así:

$$VP \text{ FCL} = \sum_{t=1}^n \frac{FCL_t}{(1 + WACC)^t}$$

- Donde,
- VP FCL = Valor presente de los flujos de caja libre
- FCL = Flujo de caja libre
- WACC = Costo promedio ponderado de capital
- n = Último año de proyección
- t = Periodos (años)



Gloria Patricia Bohórquez Vergara, Laura Ximena Rodríguez Castro y José Alejandro Urriago Perea

Después de determinar el valor presente de los flujos, se calcula el *valor residual* a partir del último periodo de la empresa, en el que se determina una renta o crecimiento perpetuo  $g$ , considerándose una renta infinita.

Se calcula con la siguiente razón:

$$VR = \frac{(FCL_t * (1 + g))}{(WACC - g)}$$

Donde,

$VR$  = Valor futuro del valor residual o de continuidad

$g$  = gradiente de crecimiento

Una vez se tiene el valor futuro del valor de continuidad, se trae a valor presente para seguir con la valoración de la empresa en el momento  $t=1$ .

$$VR = \frac{VR_n}{(1 + WACC)^n}$$

Donde,

$VR$  = Valor residual

Este crecimiento ( $g$ ) puede ser aritmético y equivalente a un crecimiento en línea recta con una tasa constante, geométrica. Este crecimiento se puede determinar ya sea por un modelo establecido o por variables macroeconómicas, por ejemplo sobre el PIB proyectado, la inflación, entre otros.

Finalmente, el valor de una empresa se determina como:

$$\text{Valor firma} = \frac{FCL_1}{(1 + WACC)} + \frac{FCL_2}{(1 + WACC)^2} + \dots + \frac{FCL_n + VR}{(1 + WACC)^n}$$

Por lo tanto, el valor de mercado del patrimonio en un periodo determinado, equivale a la diferencia entre el valor de la firma menos el valor de mercado de la deuda financiera.

### Generación de Valor

Para determinar si una empresa genera o destruye valor se calcula el *valor económico agregado* (EVA), definido como el diferencial existente entre la rentabilidad de los activos frente al costo promedio de capital o WACC.

Formalmente, el EVA se define como:

$$EVA = \text{Activos} * (RAN - WACC)$$

De forma alternativa, el EVA puede ser interpretado como la ganancia económica observada entre la UODI y la mínima que debería obtener, representa en la expresión  $WACC * \text{Activos}$ , la cual considera todos los costos en que incide la empresa, como se muestra en el informe elaborado por Vergara (2010).

$$EVA = UODI - \text{Activos} * WACC$$

En donde,

$UODI$  = Utilidad operacional, después de impuestos

$\text{Activos}$  = Activo Total de la empresa

$WACC$  = Costo promedio ponderado de capital

$RAN$  = Rentabilidad del activo neto

### Descripción de la compañía

O-I Peldar S. A. es una empresa cuyo objetivo principal es la producción de vidrio, siendo sus fuentes principales la arena de sílice y el vidrio reciclado. La empresa se especializa en tres líneas diferentes: *vidrio plano*, dirigido al área de la construcción, *crystalería*, correspondiente a platos, vasos, copas, entre otros, y *envases*, para bebidas alcohólicas y no alcohólicas. En esta última es marca líder a nivel nacional, provee a grandes marcas como Coca-cola, Postobon S. A., entre otras.

Aunque la empresa cuenta con un perfil de riesgo conservador, al no tener actualmente deuda financiera, esta podría estar presentado un alto costo de oportunidad, al no concebir dicha fuente de financiación en su estrategia de expansión. Para tal fin, se identificará el punto óptimo de estructura de capital, en el que los indicadores de desempeño mencionados anteriormente maximizan el valor de la compañía ajustado por riesgo. Debido a que la empresa debe desarrollar sus proyectos de inversión y no cuenta con los recursos patrimoniales suficientes, podrá evaluar entre sus posibilidades el uso apropiado del endeudamiento financiero, sin que esto la lleve a niveles de *default* financiero.

### Entorno económico-financiero

Los productos de vidrio pertenecen al sector de minerales no metálicos en Colombia, siendo dicha actividad de gran importancia para la economía del país, al responder tanto a las necesidades particulares para empresas como para familias. La producción de vidrio se encuentra concentrada en la elaboración de envases y vidrio plano, que durante los últimos años se ha caracterizado por fusiones, compras y creación de empresas en el sector (Departamento Nacional de Planeación, 2004).



Propuesta para generar valor a la empresa O-I Peldar S. A., por unidades de riesgo crediticio, sin entrar en estado de *default*

Tabla 4. Ranking de industrias.

Ranking Industria del Vidrio en Colombia	
1	Peldar
2	Saint Gobain Colombia
3	Tecnoglass
4	Conalvidrios
5	Schott Colombia
6	Arquicentro
7	Vidrios de la Sabana
8	Vidriera del Valle
9	Indusvit
10	GlassfarmaTech

Fuente: adaptación propia a partir de LaNota.com (2012)

Como empresa líder, O-I Peldar S. A. tiene gran participación en el sector industrial de vidrios y con respecto al PIB ha tenido un comportamiento similar en los últimos años.



Gráfico 1. Evolución del sector vidrios, Peldar S.A y Producto Interno Bruto, año 2008-2011.

Fuente: Superintendencia de Sociedades (2013).

### Diagnóstico financiero estratégico de la compañía

Al observar la participación de cada una de las cuentas del balance general, se identifica que dentro de los activos la compañía tiene gran participación en su cuenta de valorización con un porcentaje del 34,46 % y 33,15 % sobre el activo para los años 2010 y 2011 respectivamente. Lo anterior está relacionado con las inversiones en infraestructura, mediante la expansión e implementación de nuevas plantas de producción en Colombia.

Por otro lado, la mayor participación dentro de los pasivos se encuentra en las cuentas por pagar a largo plazo, que representan un 18,47 % (2010) y 42,45 % (2011) del pasivo total, seguido de la cuenta de proveedores, con una participación para el año 2010 del 26,16 % y 2011 un 22,11 %. Estas características del pasivo responden a que O-I Peldar S. A. presenta actualmente financiación solo con proveedores y no por medio de deuda financiera. Sin embargo, en términos de ciclo de efectivo, la compañía presenta un desfase de liquidez, debido a que los deudores

cumplen con sus obligaciones en un promedio de 93 días, mientras que O-I Peldar S. A. lo realiza en tan solo 9 días en promedio, lo que genera consumos de caja temporales, con un gran costo de oportunidad de la fuente de financiación primaria que es el patrimonio.

Según la variación de las cuentas del balance general del 2010 a 2011, se presentan cambios importantes en las cuentas por pagar, específicamente en el ítem de *compañías vinculadas*, lo que muestra que la empresa está creando canales de financiamiento con otras compañías del conglomerado, para suplir sus requerimientos de capital. Ante sus potenciales de crecimiento y su estrategia actual de expansión, O-I Peldar S. A. debe reformular sus fuentes de financiación, permitiendo gozar de estructuras temporales acordes a los plazos de sus proyectos, con un menor costo de financiación como lo es la deuda financiera, que permita generar valor sobre sus activos, gozando de un mayor escudo fiscal, sin que dicho crecimiento ocasione posibles incumplimientos de los niveles de deuda financiera recomendados en el actual documento.

A continuación se muestran las gráficas pertinentes de la participación y variaciones del balance general de O-I Peldar S. A. para el lapso 2010 – 2011:

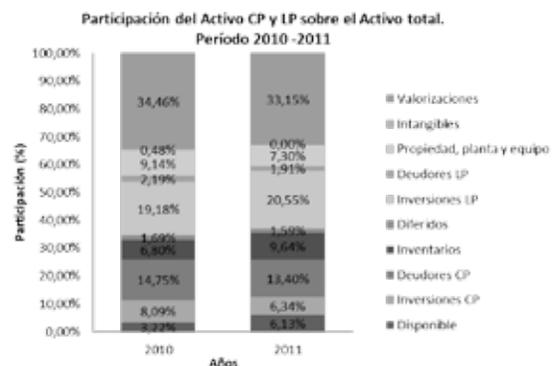


Gráfico 2. Participación de cuentas del activo. Fuente: Elaboración propia.

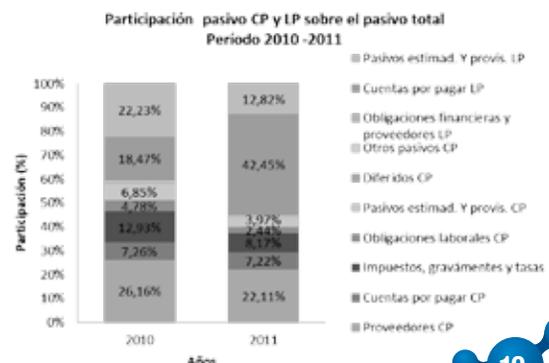


Gráfico 3. Participación de cuentas del pasivo. Fuente: elaboración propia

Gloria Patricia Bohórquez Vergara, Laura Ximena Rodríguez Castro y José Alejandro Urriago Perea



Gráfico 4. Variación Balance General, 2010-2011. Fuente: elaboración propia.

En el estado de resultados se aprecia que, en promedio, los costos de venta corresponden al 67 % de los ingresos, lo que en términos relativos frente a la industria refleja una adecuada estructura de costos. Sin embargo, entre los objetivos de crecimiento se encuentra la reducción de los costos por medio de la inversión en tecnología, permitiendo estimar un mayor margen operacional futuro.

La firma sigue teniendo unos niveles de capitalización anual importantes, revelados tanto en sus cambios patrimoniales, como el crecimiento de las utilidades netas y la generación de caja en los últimos periodos. Puntualmente, la utilidad neta presentó un incremento del 9,32 % para el año 2011, y el flujo de efectivo lo hizo en un 104 % para el mismo año.

A continuación se presenta las gráficas sobre la participación, variación de las cuentas del estado de resultados y evolución del flujo de efectivo para el periodo 2010 y 2011:



Gráfico 5. Participación Estado Resultados. Fuente: elaboración propia.



Gráfico 6. Variación cuentas Estado Resultados. Fuente: elaboración propia.

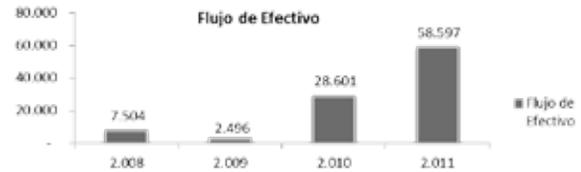


Gráfico 7. Flujo de efectivo Peldar S. A. Fuente: elaboración propia.

Para la proyección del estado de resultados, se tuvo en cuenta la volatilidad de la producción de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, y la producción de artículos de vidrio. Para el costo de las ventas se tomó la volatilidad del precio de la arena silice, ya que es el componente del vidrio con mayor participación en los costos. Para los demás rubros se calcularon las proyecciones con la participación promedio de los años anteriores. El flujo de caja libre y el balance general de O-I Peldar S. A. se proyectaron con crecimientos históricos promedio y participación sobre las cuentas de los ingresos operacionales.

Las cuentas como deudores, inventarios y cuentas por pagar, se proyectaron según su rotación en relación con los ingresos operacionales. También se incluyó la proyección de variables macroeconómicas, como el PIB, desarrolladas por estudios realizados por investigaciones económicas de Bancolombia.

**Valoración financiera de la empresa Peldar S. A.**

En la valoración se tienen en cuenta unidades en porcentaje, tales como la participación de deuda financiera, costo de deuda, costo de capital, intereses, rentabilidad patrimonial, entre otros, y unidades en pesos colombianos como el flujo de caja libre, valor patrimonial y valor de la compañía.

Como se mencionó anteriormente, existen diferentes metodologías de valoración de empresa; sin embargo, para el trabajo a desarrollar se cree pertinente utilizar el método de Flujo de caja libre descontado. La utilización de este método responde, principalmente, a la información que se tiene de la compañía: esta empresa no cotiza en bolsa, factor determinante para utilizar los múltiplos financieros en la valoración. Si la compañía cotizara en bolsa, el método de flujo descontado tendría en cuenta los flujos; flujos futuros de caja que son generados de actividades operacionales, físicas, intangibles y capital de trabajo, las cuales no son contempladas en el otro método.

Adicionalmente la valoración incluye una tasa de descuento y contempla un horizonte de tiempo en la

Propuesta para generar valor a la empresa O-I Peldar S. A., por unidades de riesgo crediticio, sin entrar en estado de *default*

valoración, dicha metodología es conocida y muy utilizada por la eficiencia financiera que presenta.

El proyecto que requiere llevar a cabo la compañía Peldar S. A. es:

Tabla 5. Cifras Proyecto de Inversión Peldar S. A.

Deuda	\$
Horno	151.350
Maquinaria	116.100
Moldes y mantenimientos	120.000
<b>Valor del proyecto</b>	<b>387.450</b>

Fuente: elaboración propia.  
\* Cifras expresadas en millones de pesos.

Los intereses de la deuda financiera adquirida por la compañía se determinan según el porcentaje a financiar del proyecto, es decir que no se va a tener una tasa constante, debido al aumento del monto y el nivel de riesgo del crédito. Estos niveles de interés se calcularon a partir de la tasa promedio de colocación de créditos corporativos del Banco de la Republica de Colombia.

Tabla 6. Tasas de interés según participación de la deuda en la estructura de capital.

Deuda Financiera	Tasa interés
0%	0,00%
1%	7,46%
3%	7,76%
5%	8,05%
10%	8,34%
15%	8,64%
20%	8,93%
25%	9,22%
30%	9,52%
35%	9,81%
40%	10,10%
45%	10,40%
50%	10,69%
55%	10,98%
60%	11,28%
65%	11,57%
70%	11,86%
75%	12,16%
80%	12,45%
85%	12,74%
90%	13,03%
95%	13,33%
100%	13,62%

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentarán dos escenarios en la valoración, valoración sin deuda y con inclusión de deuda.

Tabla 7. Estructura promedio ponderada de capital sin deuda financiera.

	Participación	Costo	Ponderación
Deuda	0,00%	0,00%	0,00%
Patrimonio	100,00%	12,73%	12,73%
<b>WACC</b>			<b>12,73%</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Costo de deuda y patrimonio con inclusión de deuda.

	Participación	Costo	Ponderación
Deuda	28,06%	7,75%	2,18%
Patrimonio	71,94%	13,42%	9,65%
<b>WACC</b>			<b>11,83%</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Cálculo costo de patrimonio

Costo patrimonio		
$K_e = K_L + (K_M - K_L) * B + PR$		
Beta desapalancado (BD)	0,84	0,84
Impuesto	31%	31%
D/P	0%	100%
$BA = BD * (1 + (1-t) * D/P)$	<b>0,84</b>	<b>1,42</b>
$K_L$	<b>4,27%</b>	<b>4,27%</b>
$K_M$	11,11%	11,11%
$(K_M - K_L)$	<b>6,84%</b>	<b>6,84%</b>
Riesgo Pais	1,57%	1,57%
<b><math>K_e</math> ( Costo de patrimonio USD)</b>	<b>11,59%</b>	<b>15,53%</b>
Inflación Colombia	3,11%	3,11%
Inflación USA	2,07%	2,07%
Devaluación	1,03%	1,03%
<b><math>K_e</math> ( Costo de patrimonio COP)</b>	<b>12,73%</b>	<b>16,72%</b>

Fuente: elaboración propia.

Gloria Patricia Bohórquez Vergara, Laura Ximena Rodríguez Castro y José Alejandro Urriago Perea

Tabla 10. Flujo de caja libre.

	2012	2013	2014	2015	2016
Utilidad Neta	107.110	119.825	133.244	148.397	165.125
Depreciaciones	26.031	67.006	69.426	72.054	74.908
Amortizaciones	18.568	20.159	21.885	23.760	25.795
Intereses	-	-	-	-	-
<b>Flujo de caja bruto</b>	<b>151.709</b>	<b>206.689</b>	<b>224.556</b>	<b>244.211</b>	<b>265.828</b>
KTNO	217.717	235.597	254.952	275.904	298.585
Var. KTNO	143.792	17.881	19.355	20.952	22.680
CAPEX	(387.450)	(24.616)	(26.724)	(29.013)	(31.498)
=	(91.949)	199.954	217.187	236.150	257.010
<b>Flujo de caja Libre</b>	<b>(91.949)</b>	<b>199.954</b>	<b>217.187</b>	<b>236.150</b>	<b>257.010</b>
(-) Dividendos	(72.583)	(78.800)	(85.550)	(92.877)	(100.833)
(-) Inversiones Estratégicas	(60.824)	(66.034)	(71.690)	(77.831)	(84.498)
<b>Flujo de caja Libre para soportar costos financieros</b>	<b>(225.357)</b>	<b>55.120</b>	<b>59.947</b>	<b>65.441</b>	<b>71.680</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Flujo de caja libre 2.

	2012	2013	2014	2015	2016
Utilidad Neta	109.428	114.779	130.488	147.917	166.661
Depreciaciones	26.185	67.173	69.668	72.251	75.121
Amortizaciones	18.678	20.278	22.015	23.900	25.947
Intereses	-	11.737	10.563	7.982	5.013
<b>Flujo de caja bruto</b>	<b>154.291</b>	<b>213.967</b>	<b>232.674</b>	<b>252.050</b>	<b>272.742</b>
KTNO	218.603	236.559	255.997	277.038	299.815
Var. KTNO	144.678	17.956	19.437	21.041	22.778
CAPEX	(387.450)	(24.761)	(26.882)	(29.184)	(31.684)
=	(88.482)	207.162	225.230	243.907	263.836
<b>Flujo de caja Libre</b>	<b>(88.482)</b>	<b>207.162</b>	<b>225.230</b>	<b>243.907</b>	<b>263.836</b>
(-) Dividendos	(73.012)	(79.265)	(86.055)	(93.426)	(101.428)
(-) Inversiones Estratégicas	(61.183)	(66.424)	(72.114)	(78.291)	(84.997)
<b>Flujo de caja Libre para soportar costos financieros</b>	<b>(222.677)</b>	<b>61.473</b>	<b>67.061</b>	<b>72.191</b>	<b>77.411</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Valor presente de flujos y valor residual, 0 % financiación.

Proyecto financiado 0%	1	2	3	4	5
VP Flujo de caja libre	-78.914	147.280	137.295	128.120	119.670
Valor Continuidad					2.247.286
<b>VP Continuidad</b>					<b>1.046.390</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Valor presente de flujos y valor residual, 64 % financiación.

Proyecto financiado 64%	1	2	3	4	5
VP Flujo de caja libre	-76.550	155.058	145.848	136.644	127.877
Valor Continuidad					2.501.782
<b>VP Continuidad</b>					<b>1.212.574</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla 14. Valor compañía – valor patrimonial.

	0,00%	64,18%
VP flujo	453.451	488.878
VP valor residual	1.046.390	1.212.574
<b>Valor de Operaciones (EV)</b>	<b>1.499.841</b>	<b>1.701.452</b>
- Obligaciones Financieras	-	248.665
- Obligaciones Pasivos estimados	48.198	48.482
= Disponible (disponible, inversiones, diferidos)	24.715	24.861
<b>Valor patrimonial</b>	<b>1.476.358</b>	<b>1.429.165</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en los resultados comparativos mostrados, se observa el beneficio que genera a la empresa la adquisición de unidades de riesgo crediticio, teniendo en cuenta el nivel máximo de endeudamiento que puede soportar la empresa.

### Sensibilización de la valoración a través de simulación Montecarlo

Para el desarrollo del proyecto de inversión de O-I Peldar S. A., se desarrollaron escenarios de deuda, los cuales evidencian una relación directa entre el nivel de apalancamiento y la tasa de interés, relacionado a su vez con la probabilidad de *default*. Adicionalmente, se realizan simulaciones sobre los dos factores de riesgo definidos. Estos factores, debido a su relación con la valoración de la empresa, se producen igualmente en diversos escenarios de generación de flujo de caja libre, con la restricción de que estos últimos sean suficientes para cubrir el capital e intereses de la deuda; encontrando como objetivo una estructura de capital que maximice el valor de la empresa, claro está, ajustado por riesgo.

Se simularon los ingresos y costos operacionales, teniendo en cuenta principalmente dos variables relevantes de riesgo sobre el desarrollo del objeto social de la compañía, las cuales son:

**Consumo de bebidas alcohólicas y no alcohólicas a nivel nacional.** Características fundamentales en las ventas de la línea más representativa de O-I Peldar S. A., los envases de bebidas (DANE, 2010-2011).

**El precio del commodities arena sílice.** Este componente tiene la mayor participación dentro de las demás sustancias en la elaboración y/o fabricación del vidrio, convirtiéndose en un factor importante para determinar costo de materia prima, según el informe de Kainan Matemáticas e Ingeniería (2011).

Con el fin de detectar la mejor distribución que se ajusta a las series históricas de los dos factores de riesgo, se llevaron a cabo pruebas estadísticas, como la Anderson-Darling, la Kolmogorov-Smirnov y la Chi.cuadrado, bajo la hipótesis nula de que la distribución empírica es igual a la distribución seleccionada, con los siguientes resultados:

Cuadro 1. Distribuciones de probabilidad arena sílice.

Distribución	P- Value	1-p	CARACTERÍSTICAS
Weibull desplazada	100,00%	0,00%	Utilizada para describir cantidades físicas, asume propiedades de otras distribuciones, flexible, moldea otras distribuciones.
Exponencial desplazada	99,54%	0,46%	Utilizada para describir eventos aleatorios, describe frecuencia de ocurrencia de eventos, el tiempo no tiene efecto en resultados futuros, toma valores entre menos infinito e infinito.
GumbelMáxima	98,93%	1,07%	Utilizada para describir el valor más grande (valor extremo) de una respuesta en un periodo de tiempo, ruptura de materiales.

Fuente: Elaboración propia a partir de Mun (2012).

Propuesta para generar valor a la empresa O-I Peldar S. A., por unidades de riesgo crediticio, sin entrar en estado de *default*

Se determinó que la distribución más adecuada para el *commodity arena silicees Gumbel Máxima*, a pesar de que las demás distribuciones tienen mayor significancia, se ajusta mejor a los precios ya que estas distribuciones no pueden tomar valores negativos o centrarse en un valor máximo, permitiendo simular los escenarios acorde a las características del factor de riesgo.

Al igual que el precio de la arena silice, el consumo de un bien no puede tomar valores negativos, presenta un crecimiento de las ventas frente a sus mínimos y máximos, y descarta la probabilidad de valores superiores o inferiores que pueden tomar. En consecuencia, tanto estadística como evaluativamente, la distribución logarítmica normal es la que mejor se ajusta al comportamiento del consumo de bebidas alcohólicas, apoyado en el test Kolmogrov-Smirnov, que ofrece un valor apropiado para esta distribución:

Cuadro 2. Distribuciones de probabilidad de consumo de bebidas alcohólicas.

Distribución	P-Value	1-p	CARACTERÍSTICAS
Logarítmica normal	99,58%	0,42%	Utilizada para análisis financiero, sus valores pueden incrementarse sin límite pero no pueden caer por debajo de cero, desviaciones con valores pequeños.
Logarítmica desplazada	99,58%	0,42%	Es similar a la logarítmica normal, pero al ser desplazada toma valores negativos.
Parabólica	99,49%	0,51%	Es un caso especial, un máximo y un mínimo son los parámetros de la distribución.

Fuente: elaboración propia a partir de Mun (2012).

Una vez identificadas las distribuciones probabilísticas de los factores de riesgo dentro del modelo, y debido a la estrecha relación entre dichos factores y la valoración de la empresa, es posible identificar una distribución probabilística agregada del valor del mercado del patrimonio, por medio de la generación de mínimo 1.000 escenarios aleatorios definidos en el objeto de estudio.

**Análisis y discusión de resultados**

El modelo propuesto está basado en supuestos muy cercanos a la realidad de la empresa; sin embargo, al no disponer de información de mercado del patrimonio, la utilización del impacto de los factores de riesgo de la compañía para dar respuesta a los cambios patrimoniales puede llevar a sub o sobre estimaciones del desempeño patrimonial. A pesar de esto, a la luz de aquella limitante, los procesos de modelación pueden ser calibrados incorporando mayor información, el conocimiento empírico de los gestores de la compañía, las proyecciones detalladas de sus proyectos de expansión y demás datos que requiera el modelo con el fin de que refleje con mayor certeza la realidad económica de la firma.

A continuación se presentan los resultados y análisis obtenidos del proceso de optimización, bajo diferentes niveles de apalancamiento y su impacto sobre indicadores financieros como el costo promedio de capital, valor de la compañía, valor patrimonial, ROE, EVA y probabilidad de *default*.

Como resultado final del proceso de optimización, la estructura óptima de capital que debería conservar la compañía es un ratio de apalancamiento del 28.06 %, el cual equivale a un 64.18 % de financiación del proyecto por medio de la deuda financiera. En este punto, se evidenció que la empresa destruye menos valor (95.612 millones de pesos) y se estableció el valor máximo de la compañía (1.7 billones de pesos), con una rentabilidad sobre el patrimonio del 16.24 %. Así mismo, la estimación de la probabilidad de *default* se ubicó en 11 %, tolerable a la estructura financiera de la compañía, sin llegar a alcanzar niveles de probabilidad de *default* críticos.

La relación existente entre la adquisición de deuda financiera frente al WACC es inversa, siempre y cuando el costo de la deuda sea menor al costo de capital (Ke). Una vez el costo de la deuda sea mayor al Ke, el WACC mantendrá una relación inversa con el valor de la empresa, evidenciado en mayores probabilidades de *default*. En el caso de la compañía O-I Peldar S. A., la participación de deuda para financiar el proyecto de expansión que logra maximizar el valor de la compañía asciende a 64,18 %, lo cual coincide con el valor mínimo de WACC de 11.83 % para tal estructura y alcanza el mayor nivel de ROE ubicado en 16,24 %. En caso de que la financiación sea mayor a la recomendada, la compañía empezaría a destruir nuevamente valor, como se evidencia en las gráficas de EVA, valor de la compañía y patrimonial.

Es importante anotar que la probabilidad de *default* identifica las probabilidades de patrimonios negativos de la empresa, lo cual guarda una relación directa con el costo promedio de capital y con los gastos financieros en el estado de resultados. Lo anterior permite la gestión dinámica de la estructura de capital, identificando la definición de la participación de la deuda que genera mayor rentabilidad o EVA por cada punto básico de probabilidad de *default* asumida. En términos de relación riesgo-retorno, un criterio de desempeño propuesto para evaluar la gestión del admirador de la compañía es el siguiente:

$$Ratio\_Desempeño = EVA / Probabilidad\ de\ default$$

El anterior ratio permite alinear los intereses del administrador, no solamente en los rendimientos de corto plazo, sino sobre los crecimientos sostenibles en el tiempo, incluyendo criterios de riesgo en sus decisiones.

Gloria Patricia Bohórquez Vergara, Laura Ximena Rodríguez Castro y José Alejandro Urriago Perea

Con base en el análisis de los datos empíricos y de la teoría financiera, se plantea con ánimo propositivo la definición de un ratio de desempeño que permite definir metas de relación riesgo-retorno en función de las estrategias de expansión y apetito de riesgo de los accionistas. En dicho caso, el administrador deberá gestionar tanto su crecimiento como su riesgo, de tal manera que alcance las metas definidas o logre maximizarlas.



Gráfico 8. Deuda financiera Vs WACC. Fuente: elaboración propia.

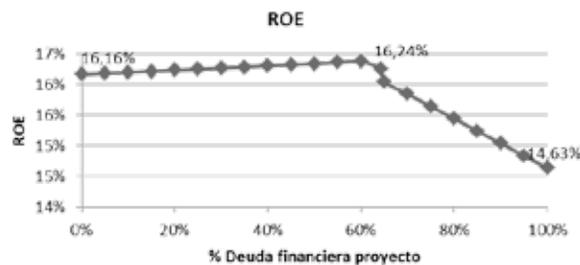


Gráfico 9. Rentabilidad del patrimonio. Fuente: elaboración propia



Gráfico 10. Valor de la compañía. Fuente: elaboración propia.

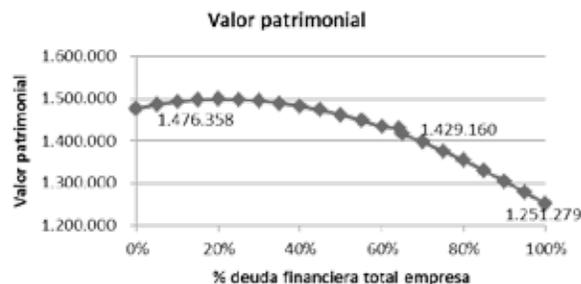


Gráfico 11. Valor patrimonial. Fuente: elaboración propia.

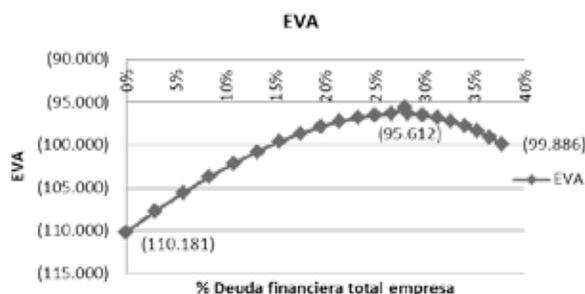


Gráfico 12. Generación de valor. Fuente: Elaboración propia.

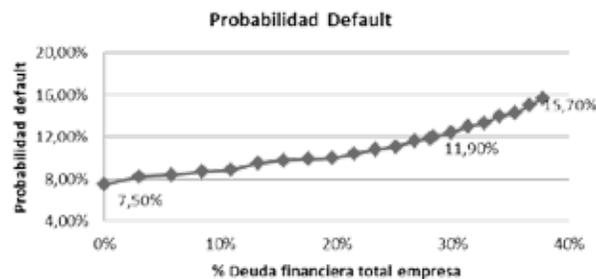


Gráfico 13. Probabilidad default. Fuente: Elaboración propia.

**Conclusiones**

1. O-I Peldar S. A. logra maximizar su valor de compañía con una estructura total de deuda del 28 % sobre el total de activos, alcanzando un ROE de 16,24 % y un valor de compañía de 1.7 billones de pesos, sin que esto repercuta en algún incumplimiento del servicio de la deuda en ningún escenario simulado por medio de sus factores de riesgo definidos. Lo anterior permite al administrador de la firma, minimizar la destrucción de valor actual, mejorando los rendimientos y beneficios a los accionistas, y encontrando un balance adecuado entre el riesgo de default y la estrategia de crecimiento de la compañía de forma sostenible.

Propuesta para generar valor a la empresa O-I Peldar S. A., por unidades de riesgo crediticio, sin entrar en estado de *default*

2. Como medida alternativa de medir el desempeño del administrador de la compañía, se sugiere la utilización del ratio de riesgo-retorno propuesto, el cual permite medir la generación de EVA por cada punto básico de probabilidad de *default* generado. Lo anterior posibilita alinear los intereses del administrador con los objetivos de crecimiento sostenible de largo plazo de la empresa. Igualmente permite definir presupuestos o metas de tal ratio, con el fin de buscar su maximización.

3. El modelo propuesto expone un concepto diferente al tradicional definido por Merton para estimar la probabilidad de *default* de una compañía, al definir un estado de *default* como los eventos en que el valor de mercado del patrimonio toma valores negativos. Lo anterior amplía la cobertura de este concepto sobre compañías sin deuda actual pero con alta volatilidad patrimonial e incluye la evaluación sobre sociedades con responsabilidad ilimitada y escenarios en que la capitalización patrimonial de una compañía en estado de *default* sea posible.

4. El modelo propuesto permite aplicar el concepto de *default* a firmas privadas que no cotizan en bolsa y cuyo componente de volatilidad en términos de valor de mercado es inobservable. Igualmente, permite correlacionar los cambios de los principales factores de riesgo de una firma con los cambios que pueda tomar el patrimonio, ofreciendo al gestor una visión más definida de su impacto y administración.

5. El modelo propuesto permite determinar los niveles de apalancamiento financiero óptimos, incluso en compañías con niveles de deuda nulos o de alta capitalización patrimonial. De esta manera, se obtiene una mayor eficiencia en las fuentes de financiación, revelada en mayores rendimientos operacionales y de generación de valor, frente al costo de capital promedio ponderado, sin que esto incurra en mayores probabilidades de *default* apreciables.

6. El modelo propuesto permite la evaluación, previa a su ejecución, de proyectos de expansión, proporcionando al gestor una herramienta para identificar sus fuentes de riesgo, costos de oportunidad, líneas de negocios generadoras o destructoras de valor y definir un balance deseable entre el riesgo del negocio y su rentabilidad esperada.

7. La estimación del riesgo de crediticio de *default* permite, tanto a la compañía como a las entidades financieras, definir el costo o tasa de financiación acordes con la pérdida esperada de la firma. De igual manera, las compañías pueden

llegar a utilizar dicho indicador de *default* para definir un presupuesto de riesgo que favorezca la implementación de una política de autocontrol, estableciendo límites de endeudamiento aceptables que generen a un crecimiento sostenible en el tiempo. ■

### Referencias bibliográficas

Álvarez Franco, S., Lochmüller, C., & Osorio Betancur, A. (2011). La medición del riesgo crédito en Colombia y el Acuerdo de Basilea III. *Revista de Posgrados Escuela de Ingeniería de Antioquia* (7), 49–66. Recuperado de <http://revistapostgrado.eia.edu.co/Revista%20Edici%C3%B3n%20N%C2%BA.7/Soluciones%20N7%20art%203.pdf>

Banco Central de Bolivia. (2009). *Medición del riesgo crediticio en contrapartes bancarias de las Reservas Internacionales del Banco Central de Bolivia*, 2009. Bolivia. Recuperado de <http://www.bcb.gov.bo/webdocs/ReservasInternacionales/DT-01-MedicionRiesgoCrediticio.pdf>

Bank for International Settlement *International regulatory framework for Banks (Basel III)*. Recuperado de <http://www.bis.org/bcbs/basel3.htm>

Bank of England. (2003). *A Merton-model approach to assessing the default risk of UK public companies*, 2003. Londres, Inglaterra. Recuperado de <http://repec.org/res2003/Tudela.pdf>

Bernal Rodríguez, D. & Corrales Torres, M. (2010). *Desviación respecto al óptimo teórico de la estructura de capital de la empresa tipo del sector fabricación de prendas de vestir en Colombia*. *Revista Soluciones de Posgrado EIA* (5), 75-95. Recuperado de <http://revistapostgrado.eia.edu.co/Revista%20Edicion%20No5/Soluciones%20N5%20Art%204.pdf>

Black, F., & Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *The Journal of Political Economy* (81), 637-640. Recuperado de: [http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall09/cos323/papers/black\\_scholes73.pdf](http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall09/cos323/papers/black_scholes73.pdf)

Brugger, S. (2010). *Valoración de Empresas*. Biblioteca virtual el prisma. Recuperado de [http://www.elprisma.com/apuntes/administracion\\_de\\_empresas/valoraciondeempresas/](http://www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/valoraciondeempresas/)

Caicedo, E. (2011). Medición del riesgo de crédito Mediante Modelos estructurales: una aplicación al Mercado Colombiano.

Gloria Patricia Bohórquez Vergara, Laura Ximena Rodríguez Castro y José Alejandro Urriago Perea

*Cuadernos Administración, Universidad Javeriana.* (4), 75-81. Recuperado de: [http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuadernos\\_admon/article/view/1741/1109](http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuadernos_admon/article/view/1741/1109)

Coelen, N. (2002). *Black-Scholes Option Pricing Model*. Recuperado de <http://ramanujan.math.trinity.edu/tumath/research/studpapers/s11.pdf>

Deloitte. (2012). La deuda como detonador de valor dejando atrás el paradigma. México. Recuperado de [http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Mexico/Local%20Assets/Documents/mx\(es-mx\)Deuda\\_detonador\\_valor.pdf](http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Mexico/Local%20Assets/Documents/mx(es-mx)Deuda_detonador_valor.pdf)

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). *Indicadores Encuesta Anual Manufacturera, 2000 - 2011*, Colombia. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/dane/index.php/industria/encuesta-anual-manufacturera-eam>

Departamento Nacional de Planeación. (2004). *Vidrio*. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/DDE/Vidrio.pdf>

Fernandez, P. (2013). *Métodos de valoración de empresas*. Universidad de Navarra, Madrid. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1267987>

Financial Instruments. (2008). *The Black-Scholes Formula*. Recuperado de <http://personalpages.manchester.ac.uk/staff/tim.worrall/fin-40008/bscholes.pdf>

Franco, L. (2003). El Modelo de Black-Scholes-Merton. *Revista de Ingenierías, Universidad de Medellín* (3), 39-46,

Kainan Matemáticas e Ingeniería. (2011, 26 de Agosto). *Nuevas aplicaciones. Componentes del Vidrio*. Recuperado de: [http://matematicaseingenieriakainan.blogspot.com/2011\\_08\\_01\\_archive.html](http://matematicaseingenieriakainan.blogspot.com/2011_08_01_archive.html)

Lanota.com. (2011). *Ranking 2011 líderes productos de vidrio de Colombia*. Recuperado de <http://lanota.com/index.php/CONFIDENCIAS/Ranking-2011-lideres-productos-de-vidrio-de-Colombia.html>

Mun, Johnathan. (2012). *Simulador de Riesgo, Manual del usuario en Español*. Recuperado de <http://www.risksimulator.com>

Saavedra, M. & Saavedra, J. (2010). Modelos para Medir el riesgo de crédito de la banca. *Cuadernos de Administración, Universidad Javeriana* (23). Recuperado de [http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S012035922010000100013&lng=es&nrm=](http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012035922010000100013&lng=es&nrm=)

Shirreff, D. (2008). *Como lidiar con el riesgo financiero*. Buenos Aires: Cuatro media.

Superintendencia de Sociedades. (2013). *Sistema de información y riesgo empresarial, 2013*. Colombia. Recuperado de <http://sirem.supersociedades.gov.co/Sirem2/index.jsp>

Torres Suarez, N. (2012). *El modelo de Merton para la estimación del riesgo de incumplimiento en Colombia*. (Tesis de Pregrado). Universidad del Rosario, Facultad de economía. Bogotá, Colombia.

Vergara, C. (2010). ¿Crean o destruyen valor las empresas del sector solidario en Colombia? *Revista MBA EAFIT* (8), 50. Recuperado de <http://www.eafit.edu.co/revistas/revistamba/Documents/crean-destruyen-valor-empresas-sector-solidario-colombia.pdf>

ZUMMA, proveedor de Informes Financieros. (2012). *Manual introductorio de múltiples financieros* (Educación). Recuperado de <http://www.slideshare.net/zummaco/manual-introductorio-de-multiplos-financieros>

Wo-Chiang, L. (2009). *Redefinition of the KMV Model's Optimal Default Point Based on Genetic Algorithms – Evidence from Taiwan*. Recuperado de <http://fin.shu.edu.tw/word/conference/2010conference/paper/2-B3.pdf>



Rico, L. (2006). *Cuánto vale mi empresa*. (2ª Ed.). Bogotá: Mayol ediciones S. A, 2006.