

CEU

*Universidad
San Pablo*

3. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA FINANCIERA: COSTE Y SOLVENCIA

Contenido

- 3.1. Introducción
- 3.2. Coste de la estructura financiera.
- 3.3. Análisis de la solvencia empresarial.

1. INTRODUCCIÓN

La estructura financiera de una empresa muestra el origen de sus fondos y está compuesta por los recursos financieros o fuentes de financiación, que son los utilizados para llevar a cabo los proyectos de inversión de la misma. Siguiendo los mismos criterios utilizados al presentar el Balance funcional, y según se realizó en el tema 2, los recursos financieros se dividen, según su origen y vencimiento (exigibilidad) con relación al PMM, en:

- 1) *Recursos propios*: Representan las fuentes de financiación propias de la empresa y se subdividen en *externos* e *internos*, estos últimos también llamados *autofinanciación*, pues son generados por la propia empresa en el desarrollo de su actividad, de tal manera que, si suponen un aumento de la capacidad financiera de la empresa se denominan de *enriquecimiento*, mientras que si tan solo mantienen dicha capacidad reciben el nombre de *mantenimiento*.
- 2) *Recursos ajenos*: Representan deudas u obligaciones de pago frente a terceros, y pueden ser a *largo plazo*, cuando su vencimiento supera el PMM, o a *corto plazo*, cuando no lo hace. A su vez, dentro de los recursos a corto se diferenciaba entre *comerciales* y *no comerciales*, en función de si tenía o no relación con la actividad principal de la empresa.

Gráficamente los recursos financieros de una empresa, que figuran en el pasivo y patrimonio neto de su balance, podrían representarse como:

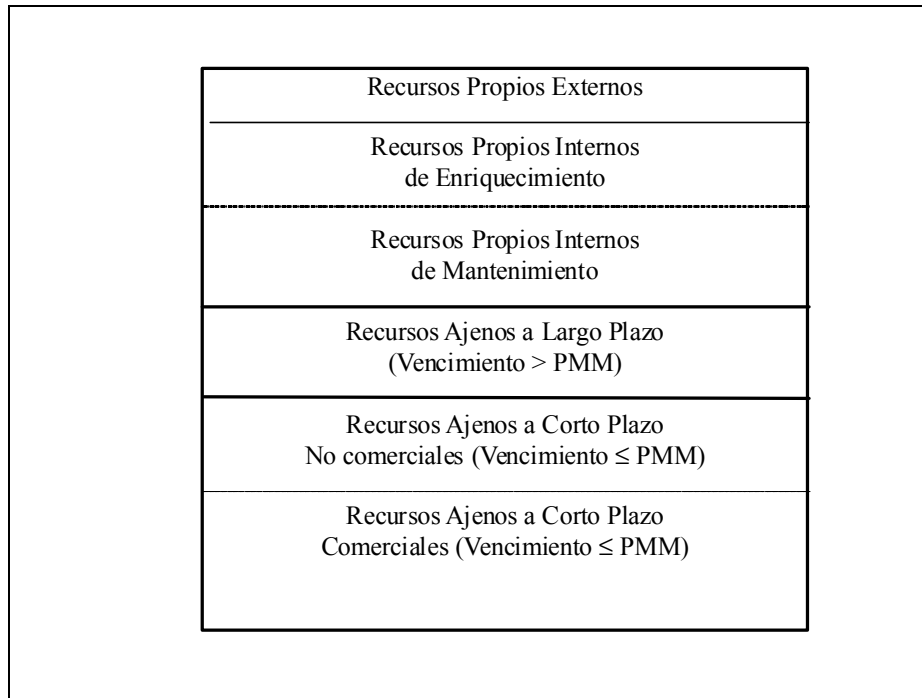


Gráfico 1. Estructura financiera de la empresa

Esquemáticamente los fines del análisis financiero podrían clasificarse en:

1. Origen de los recursos y clasificación.
2. Situación de la relación de equilibrio entre la estructura económica y financiera, con la intención de detectar posibles anomalías en los recursos empleados, esto es, optimizar los recursos disponibles según el potencial de beneficios de las inversiones a efectuar.
3. Coste de las distintas clases de recursos y coste total.
4. Capacidad de la empresa para autofinanciarse, hacer frente a pasivos (principal e intereses), o dicho de otra forma, solvencia y liquidez de la entidad.
5. Posibilidades de la empresa para obtener recursos de fuentes financieras alternativas a las empleadas y riesgos que asumiría.

2. COSTE DE LA ESTRUCTURA FINANCIERA

2.1. Concepto

La estimación del coste de la estructura financiera en una entidad es un elemento fundamental para dar respuesta a dos cuestiones:

- ¿Cuántos de los recursos generados en la actividad, y cuyo reflejo estará en la cuenta de resultados, son necesarios para atender al coste de la estructura financiera?
- ¿Qué rentabilidad mínima hay que exigir a una inversión en activo fijo para que cubra al menos el coste de su financiación?

En ambos casos la respuesta es el coste de la estructura financiera. De esta forma, podemos expresar gráficamente la importancia de este concepto como sigue:

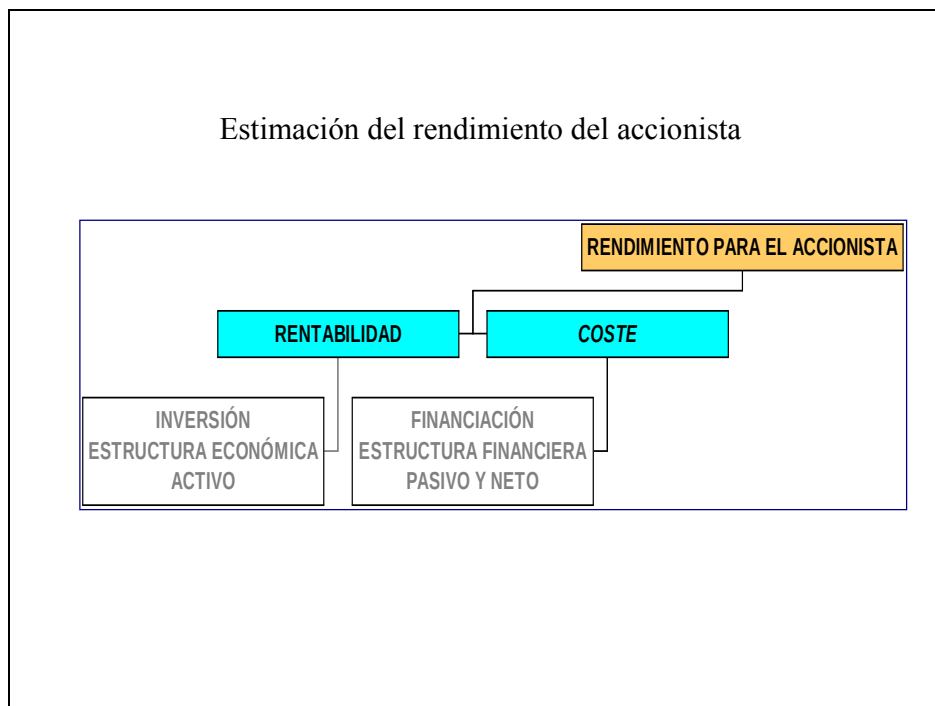


Gráfico 2. Importancia del coste de la estructura financiera

Llegados a este punto podemos definir el coste de la estructura financiera de una empresa como el consumo de recursos generados por la estructura económica a que obliga la composición de fuentes financieras empleadas por la empresa o

estructura financiera, de tal manera que el coste de la estructura financiera será el resultado del total de fuentes empleadas.

De este modo, en este apartado estimaremos el coste de las fuentes financieras empleadas en la empresa, conocido por coste del medio ponderado del pasivo (CMPP) o Weigthed Average Cost of Capital (WACC). La denominación se debe a que es una media de los costes de los dos tipos de recursos empleados, propios y ajenos, ponderados por el volumen en que se emplea cada uno.

2.2. Cálculo

El activo del balance financiero de una empresa o inversiones se compone de activos fijos y working capital. Estas inversiones son financiadas con un mix de recursos propios y recursos ajenos, por tanto para hallar el WACC es preciso conocer tanto el coste de los recursos propios como el de los ajenos.

El coste de los recursos propios o coste de capital o equity debe recoger las expectativas exigidas por el mercado, así un modelo habitual que incorporar el riesgo es el denominado CAPM (Capital Asset Pricing Model), de esta forma:

$$k_E = R_f + \beta \cdot (R_m - R_f)$$

Donde R_f es la tasa libre de riesgo, β sería el riesgo sistémico o no diversificable de la empresa y R_m el rendimiento esperado del mercado y R_e el rendimiento de las acciones de la compañía en el mercado. El parámetro β es la pendiente que relaciona los excesos de rendimiento de la acción sobre la tasa libre de riesgo con los de la cartera de mercado. Una forma habitual de estimarse es:

$$\beta = \frac{\text{cov}(R_e, R_m)}{\sigma^2(R_m)} = \frac{\rho(R_e, R_m) \cdot \sigma(R_e)}{\sigma(R_m)}$$

Donde ρ y σ son respectivamente la correlación entre los rendimientos del activo y de la cartera de mercado y la desviación estándar de los rendimientos, respectivamente.

Respecto al rendimiento del mercado suele operarse con medias históricas o el valor esperado descontado de algún contrato a futuro. Por su parte la tasa libre de riesgo a largo plazo puede estimarse a partir del rendimiento medio de los bonos del Tesoro descontando la prima media histórica que existe entre los bonos y las Letras.

Por lo que respecta a los recursos ajenos, al igual que en los recursos propios, habrá fuentes financieras sin coste, como los impuestos a pagar, pero otras que si lo tendrán, básicamente los recursos a largo plazo y los financieros a corto plazo. El coste de una fuente financiera genérica de pasivo puede estimarse como:

$$D_0 = \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+k_D)^t}$$
$$k_D = Rf + \beta_D \cdot (Rm - Rf) \rightarrow \beta_D = \frac{k_D - Rf}{Rm - Rf}$$

Donde D es el principal obtenido menos comisiones, o liquidez inicial obtenida de la fuente financiera de pasivo exigible, S_t es cada una de las salidas de liquidez para amortizar principal y pagar intereses a lo largo de la vida del préstamo y K_D es el coste efectivo del pasivo.

Evidentemente, al operar con información contable, en muchos casos disponer de los datos anteriores necesarios para su estimación es complicado o imposible, por ello resulta más fácil, aunque más erróneo, calcular este coste para cada pasivo con remuneración como:

$$k_D = \frac{Gf_t}{\frac{D_t + D_{t-1}}{2}} \%$$

Donde G_f son los gastos financieros que aparecen en la cuenta de resultados, y como denominador empleamos el promedio del saldo inicial ($t-1$) y el saldo final (t) de los recursos ajenos a largo plazo y a corto plazo no comerciales (D) también conocido como recursos ajenos financieros. De esta forma un balance financiero podemos expresarlo como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Asset}_{\text{Fixed}} + \text{Working}_{\text{Capital}} &= \text{Equity} + \text{Debts} \\ AF + WC &= E + D = V \end{aligned}$$

Donde el ratio de endeudamiento representa cuántas unidades monetarias de deuda emplea la empresa para financiarse por cada unidad de fondos propios:

$$e = \frac{\text{RA financieros}}{\text{RP}} = \frac{D}{E}$$

Y entonces la ponderación a efectos de estimar el coste medio ponderado puede estimarse como:

$$\begin{aligned} \text{ponderacion}_D = p_D &= \frac{D}{V} = \frac{D}{D+E} = \frac{\frac{D}{E}}{\frac{D+E}{E}} = \frac{e}{1+e} \\ \text{ponderacion}_E = p_E &= \frac{E}{V} = \frac{E}{D+E} = 1 - p_D = 1 - \frac{e}{1+e} = \frac{1}{1+e} \end{aligned}$$

Así pues, sería simple estimar el WACC, aunque dado que el coste de la deuda es deducible fiscalmente, se ha de trabajar con el coste neto de impuestos (tax o tipo impositivo de la empresa en el ejercicio), que únicamente son aplicables a los recursos ajenos. De esta manera:

$$WACC = \frac{e}{1+e} \cdot k_D \cdot (1-tax) + \frac{1}{1+e} \cdot k_E$$

También podemos estimar la beta media de la empresa o del activo como:

$$\beta_{\text{asset}} = p_E \cdot \beta_E + p_D \cdot \beta_D \cdot (1-tax)$$

De este modo podemos comprobar el efecto del apalancamiento financiero sobre la beta de los fondos propios. Por ejemplo supongamos los siguientes datos iniciales con impuestos 0%:

$$\begin{aligned}e &= 0,8 \\p_E &= \frac{1}{1,8} = 0,556 \\p_D &= \frac{0,8}{1,8} = 0,444 \\\beta_E &= 0,75 \\\beta_D &= 0,3 \\\beta_{asset} &= 0,556 \cdot 0,75 + 0,444 \cdot 0,3 = 0,55\end{aligned}$$

Pero si ahora se aumenta el apalancamiento financiero, esto no afecta al activo ya que es una variación del pasivo y si a la prima de riesgo de la deuda ya que a mayor deuda mayor probabilidad de default, entonces:

$$\begin{aligned}e &= 1,5 \\p_E &= 0,4 \\p_D &= 0,6 \\\beta_D &= 0,35 \\\beta_{asset} &= 0,5 \cdot \beta_E + 0,5 \cdot 0,35 = 0,55 \rightarrow \beta_E = 0,85\end{aligned}$$

Comprobamos como un aumento del apalancamiento financiero conlleva una mayor prima de riesgo para los fondos propios o equity.

Por tanto, el riesgo de negocio, medido por la beta del activo es independiente de la forma en que se financia la empresa, con lo que ello nos permite en caso de que una compañía no cotice y no pueda estimarse directamente su beta del equity, obtenerla a partir de la beta equity de otra compañía (o conjunto de ellas) que si coticen. Esto se fundamenta en que si el apalancamiento financiero de una firma se modifica, entonces el valor del WACC cambia no sólo por el efecto sobre las

ponderaciones, sino también por la relación entre el apalancamiento el coste de la deuda y el equity. Fijémonos que la expresión:

$$WACC = k_E \cdot p_E + k_D \cdot p_D \cdot (1 - tax)$$
$$\beta_{Asset} = \beta_E \cdot p_E + \beta_D \cdot p_D \cdot (1 - tax) \quad \text{or} \quad \beta_E = \beta_{Asset} + [\beta_{Asset} - \beta_D \cdot (1 - tax)] \cdot e$$

Entonces:

$$WACC = k_E \cdot p_E + k_D \cdot p_D \cdot (1 - tax) = Rf + \beta_{Asset} \cdot (Rm - Rf) - tax \cdot p_D \cdot Rf$$

Fijémonos que si la empresa no está apalancada (U), es decir, sólo se financia con recursos propios o equity, entonces:

$$WACC = k_E = Rf + \beta_{Asset} \cdot (Rm - Rf) \rightarrow \beta_{Asset} = \beta_{E,U}$$

Y como el riesgo de negocio, medido por β_{Asset} , es independiente de cómo se financia la empresa entonces la relación entre las betas para una empresa no apalancada (U) y apalancada (L) vendrá dado por la expresión:

$$\beta_{Asset} = \beta_{E,U} = \beta_{E,L} \cdot p_E + \beta_D \cdot p_D \cdot (1 - tax)$$

Por ejemplo, supongamos que la tasa libre de riesgo es del 1%, la rentabilidad del mercado del 6%, la beta del equity de un sector es 0.98 y el apalancamiento financiero del sector (estimado como media de los apalancamientos de cada empresa ponderado por su capitalización bursátil frente al total de la capitalización del sector) es de 1 con un coste de la deuda del 5.5%; entonces si una compañía del mismo sector que no cotiza tiene un apalancamiento de 2 y bajo una fiscalidad sectorial del 20%, podemos estimar la beta del equity de la empresa no cotizada a partir de la cotizada como sigue, sabiendo que el coste de su deuda financiera es del 7%:

1. Estimamos la beta desapalancada (U) del sector (s) a partir de la beta apalancada (L):

$$\begin{aligned}\beta_{D,s} &= \frac{0.055 - 0.01}{0.06 - 0.01} = 1.1 \\ \beta_{L,s} &= \beta_{U,s} + e_s \cdot [\beta_{U,s} - \beta_{D,s} \cdot (1 - tax)] \\ 0.98 &= \beta_{U,s} + 1 \cdot [\beta_{U,s} - 1.1 \cdot (1 - 0.2)] = 2 \cdot \beta_{U,s} - 0.88 \\ \beta_{U,s} &= \frac{0.98 + 0.88}{2} = 0.93\end{aligned}$$

2. Estimamos la beta apalancada de la empresa (i):

$$\begin{aligned}\beta_{D,i} &= \frac{7\% - 1\%}{6\% - 1\%} = 1.2 \\ \beta_{L,i} &= \beta_{U,s} + e_i \cdot [\beta_{U,s} - \beta_{D,i} \cdot (1 - tax)] = 0.93 + 2 \cdot [0.93 - 1.2 \cdot (1 - 0.2)] = 0.87\end{aligned}$$

Y a partir de la beta del equity de la empresa ya es sencillo estimar el coste del equity aplicando la CAPM.

2.3. Otros factores a considerar

Pero una vez estimado el coste de la estructura financiera hay que tener en cuenta que no es una variable independiente en cada entidad, por el contrario, forma parte de la economía, y por ello estará influenciada por otras variables, de ahí que cuando se pretenda hacer un estudio del coste de la estructura financiera entre empresas de distintos países o del mismo en diferentes instantes del tiempo, será preciso que previamente se descuenta el efecto de otras variables, sobre todo inflación y tipo de cambio.

Por lo que respecta a la inflación hay que tener en cuenta que el coste de la estructura financiera de las fuentes financieras no es un coste real, puesto que la cuantía pagada por la empresa en concepto de remuneración del pasivo estará expresada en unidades monetarias nominales, y debido a la pérdida de valor de

la divisa respecto del resto en instantes temporalmente anteriores, la cuantía de tales costes financieros en unidades monetarias reales será inferior. Por tanto, para calcular el coste financiero en unidades reales del ejercicio, tomado como base para calcular la tasa de incremento de los precios (inflación) se operará del siguiente modo. Si K_N es el coste nominal, g la tasa anual de inflación y K_R el coste real deducida la tasa de inflación, entonces:

$$(1 + K_R) \cdot (1 + g) = (1 + K_N) \Rightarrow K_R = \frac{1 + K_N}{1 + g} - 1$$

Esto permitirá comparar costes del pasivo de distintos momentos temporales, puesto que si previamente no se descuenta la inflación, el resultado de dichas comparaciones estaría influenciado por la depreciación monetaria del momento.

Así por ejemplo, si una empresa dispone de la siguiente información:

Concepto	CMPP nominal	g
Dato-1	6%	2%
Dato-2	7%	3%

Tabla 1. Datos del ejemplo

Entonces:

$$K_{R,1} = \frac{1 + 0,06}{1 + 0,02} - 1 = 3,92\%$$

$$K_{R,2} = \frac{1 + 0,07}{1 + 0,03} - 1 = 3,88\%$$

Comprobamos como a priori, el dato-1 parecía ser mejor, pero al descontar la inflación resultó que el coste financiero del dato-2 fue menor, queda así justificada la importancia de descontar este efecto antes de comparar costes de distintos instantes temporales.

En la actualidad, dentro de una economía globalizada, las empresas no solo tienen la posibilidad de financiarse en la divisa del país donde se sitúa su sede social, sino que además pueden hacerlo en otras divisas. A esto hemos de unir que en este mismo contexto, la competencia de una entidad no se limita

únicamente a las empresas de su misma procedencia u origen, sino que las fronteras económicas no entienden de nacionalidades. Por todo ello, al comparar los costes del pasivo de empresas de diferentes países, o al comparar el coste financiero de un pasivo denominado en una divisa con el de otro que lo está en otra diferente, sea preciso descontar el efecto del tipo de cambio.

Esta tasa de cambio muestra el precio de una divisa expresado en otra diferente, así por ejemplo si decimos 1 euro por 0,9\$ estaremos indicando que para comprar 1 euro necesitamos 90 centavos de dólar. Este diferencial está causado por diferentes causas económicas como las tasas de crecimiento del PIB, la inflación, etc.

Para eliminar este efecto recurriremos a la siguiente expresión de FISHER, por la que el coste financiero (K) de endeudarse en una divisa X será superior al coste de hacerlo en otra Y en un importe igual al diferencial existente entre sus tasas de inflación (g) correspondientes:

$$K_X - K_Y = g_X - g_Y = (1 + g_Y) \cdot \Delta tc_{X/Y}$$

Donde Δtc es la variación del tipo de cambio. Esta igualdad se apoya en que si $K_X > K_Y$ y $g_X < g_Y$, entonces un agente económico podría arbitrar en el mercado, y por tanto financiarse más barato sin asumir ningún riesgo. Por ejemplo si tuviésemos los siguientes datos:

Concepto	Valor
K_X	5%
K_Y	4%
g_X	2%
g_Y	3%
Tc	1/1

Tabla 2. Datos del ejemplo

Entonces podríamos endeudarnos por 100 unidades monetarias en la divisa Y , para luego convertirlas en divisa X e invertirlas. Finalizados el plazo de inversión y financiación (que deberán ser iguales) el resultado será el siguiente:

$$\begin{aligned} (+) \text{ ingreso real} &= 100 \cdot \frac{1 + 0,05}{1 + 0,02} = 102,94 \\ (-) \text{ coste real} &= 100 \cdot \frac{1 + 0,04}{1 + 0,03} = 100,97 \\ \hline (=) \text{ resultado neto} &= 1,97 \end{aligned}$$

Esto conllevará que se produzca un flujo migratorio de capitales desde la divisa Y hasta la divisa X, que supondrá un aumento de la oferta monetaria, con la consiguiente caída del tipo de inflación en la divisa X hasta el punto de equilibrio en el que sea indistinto invertir en la divisa X o Y.

3. ANÁLISIS DE LA SOLVENCIA EMPRESARIAL

Antes de comenzar con el análisis de la solvencia empresarial, hemos de acotar un concepto ligado a ésta, el de riesgo de crédito, así como realizar una clasificación del mismo.

3.1. Marco conceptual del riesgo de crédito.

Un entorno de liberalización como el actual, supone una mayor libertad de actuación empresarial, y esta capacidad de elección unida al entorno de incertidumbres sobre el futuro, condicionan la toma de decisiones. La entidad por tanto, es más responsable de su actuación, teniendo la vertiente negativa en el posible error o equivocación en la gestión, de manera que mientras el acierto se manifiesta a través de la rentabilidad esperada, el fallo, lo hace a través del riesgo asumido.

Surge así la idea de riesgo, con lo que una de las actividades de la entidad será descubrirlo, analizarlo y valorarlo, con el fin de resguardarse de sus efectos nocivos o por el contrario aprovechar los favorables; así pues, el riesgo y no la rentabilidad, es el que genera las oportunidades de negocio, entonces la siguiente etapa, una vez determinado el perfil de riesgo, sería gestionarlo activa o/y pasivamente, es decir, transfiriéndolo o/y asumiéndolo.

Para definir el concepto de riesgo debemos atender al formato en que se exprese, esto es, puede venir dado en términos absolutos, o cuantía expuesta, o en

términos relativos, es decir, el riesgo asumido respecto a un índice o indicador principal (benchmark). Asimismo, según la unidad de medida empleada, el riesgo podrá definirse como económico, si lo hace en unidades monetarias, o estadístico, si se expresa a través del valor de medidas de dispersión, como es la varianza.

En cualquier caso, el riesgo es la valoración de una situación negativa probable y futura (downside), y debido a esta potencialidad, sus características básicas serán:

- ✓ Incertidumbre en cuanto a la posibilidad de que se materialice en una pérdida efectiva.
- ✓ Incertidumbre sobre la cuantía de la pérdida.
- ✓ Incertidumbre sobre el instante en que puede materializarse dicha pérdida.

A efectos del análisis y medición, el riesgo puede clasificarse atendiendo a su origen, por ser éste el factor sobre el que la entidad incidirá en su gestión. De esta manera encontramos el riesgo de crédito. Éste se entiende, en términos generales, como el posible quebranto que originaría a la entidad una variación en las condiciones y características de una contrapartida, que pudiese alterar la capacidad de ésta para cumplir con los términos contractuales de una operación. Por tanto, el riesgo de crédito está íntimamente ligado al concepto de solvencia.

La medición del riesgo de crédito tiene dos elementos básicos, por un lado la solvencia del deudor, y por otro, el tipo de operación. Este último elemento es fundamental, puesto que si bien una operación simple sólo tiene un riesgo de crédito, en caso de estar garantizada, conllevaría riesgo de crédito, de precio de la garantía, de liquidez de la garantía y legal.

3.2. Clasificación del riesgo de crédito.

El riesgo de crédito se divide a su vez en riesgo de contrapartida y riesgo país. El primero tendría su origen en el cambio de la solvencia de una contrapartida o un conjunto de ellas que forman un grupo claramente diferenciado del resto, por su

actividad, mercado en que actúan, área geográfica, y otros. En cambio, el riesgo país se corresponde con la solvencia del total de contrapartidas caracterizadas por pertenecer a un área geográfica política y legalmente definida como Estado. Así pues, el riesgo de crédito se subdivide atendiendo a las características de las contrapartidas.

Además, el riesgo de contrapartida y el riesgo país vuelven a subdividirse, con la intención de descubrir cuáles son los factores que generan estos riesgos, y actuar sobre ellos, así diferenciamos:

1) Riesgo de **contrapartida**, que se divide atendiendo a varios criterios:

- ❖ Según como se defina el evento que genera el riesgo, es decir, qué es lo que puede producir el quebranto:
 - ✓ *Riesgo de insolvencia o fallo* (default): en este caso, el evento vendrá dado por el incumplimiento contractual de la contrapartida, que podrá ser definitivo, es decir, insolvencia definitiva o bancarrota, o bien, insolvencia provisional por falta de liquidez. En este sentido, es importante la diferencia entre riesgo default definitivo, y riesgo default provisional, pues el segundo genera un coste de oportunidad de inversión, o dicho de otro modo habrá que recurrir al mercado, para realizar la sustitución, luego genera un riesgo de liquidez.
 - ✓ *Riesgo de pérdida de solvencia*: consistiría en el empeoramiento de las características financieras de la contrapartida, de manera que su grado de solvencia se vería afectado negativamente, aumentando de este modo la probabilidad de una futura insolvencia. Se le suele denominar de dos formas fundamentalmente, riesgo de migración, esto es, pasar de un grado solvencia a otro, y riesgo de spread, o incremento de la tasa de interés de mercado en las operaciones con la contrapartida, de manera que cualquier operación realizada hasta ese momento sufrirá una merma en su valor.

- ❖ Según la operación en que se manifieste el riesgo de crédito:
 - ✓ *Riesgo directo*: cuando la operación sólo tiene valor positivo para la entidad, y por tanto, siempre tendrá riesgo de crédito, por ejemplo un préstamo.
 - ✓ *Riesgo contingente*: cuando la operación puede tener valor positivo o negativo para la entidad según las condiciones del mercado, en cuyo caso, exclusivamente existirá riesgo de crédito cuando el valor sea positivo, por ejemplo una opción. Además, dentro de este riesgo pueden aparecer otros:
 - Riesgo contingente de preliquidación, cuando el evento tiene lugar antes del vencimiento del contrato.
 - Riesgo contingente de liquidación por diferencias, cuando al vencimiento, la contrapartida no abona la cuantía resultante de las condiciones contractuales.
 - Riesgo contingente de liquidación por entrega, cuando al vencimiento la liquidación es por entrega, y ésta no se realiza simultáneamente al pago, es decir, la corriente física no se produce al mismo tiempo que la monetaria, lo que conlleva un riesgo de que tras cumplir con la entrega correspondiente, no se recibiese la contraprestación acordada.
 - ✓ *Riesgo de vulnerabilidad*: aparece cuando una operación tiene algún tipo de garantía. En ese supuesto, el riesgo de crédito no sólo vendrá a través del posible incumplimiento de la contrapartida, sino también del fallo del asegurador. En el primero de los casos, esto es, cuando el asegurador cubre el fallo, habrá que tener en cuenta en qué consiste la garantía, puesto que si se trata de un bien o un derecho no monetario, la operación implícitamente está asumiendo un riesgo de precio y de liquidez sobre la garantía. Por el contrario, cuando falla tanto la contrapartida como el asegurador, el factor clave del riesgo de crédito es la correlación de fallo entre ambos.

- ❖ Según el grado de concentración, en este caso, el riesgo de crédito vendría dado a través de la correlación que podría existir entre los factores de concentración:
 - ✓ *Riesgo de concentración por operación*, que sería el aumento del riesgo de crédito provocado por el elevado volumen en que se ha realizado una operación o un grupo similar de ellas, de manera que la insolvencia de una de ellas estuviese correlacionada con la del resto, esto es aún más grave cuando una operación fallida forma parte de una estrategia conjunta, como podría ser una cobertura.
 - ✓ *Riesgo de concentración por contrapartida*, cuando un elevado volumen de operaciones del total de la cartera se ha realizado con una única contrapartida, de manera que la insolvencia de ésta supondría una pérdida importante en la cartera en su conjunto.
 - ✓ *Riesgo de concentración por sector*: sería igual que el anterior, pero en lugar de una única contrapartida, existiría un conjunto interrelacionado, con lo cual se estaría incorporando la correlación entre las contrapartidas. Por tanto, habría que diferenciar entre la concentración directa, en el supuesto anterior, y la correlacionada, en este caso. La primera vendría dada por una excesiva exposición de crédito, y la segunda por una excesiva exposición en dos o más niveles correlacionados.
 - ✓ *Riesgo de concentración por área geográfica*: en este último caso, la correlación ya no sería entre contrapartidas de una misma actividad o de actividades relacionadas, sino que hace referencia a la correlación de fallo entre las contrapartidas de un mismo entorno geográfico, como podría ser un país. Por tanto, éste sería el riesgo de concentración por riesgo país, mientras que los anteriores constituirían el riesgo de concentración por contrapartida.
- ❖ Según la estimación del riesgo de crédito:

- ✓ *Riesgo corriente o actual*: cuando la estimación se realiza bajo las condiciones presentes del mercado.
 - ✓ *Riesgo potencial*: si se consideran las posibles condiciones futuras del mercado en un determinado período. En este caso, el término de posibles, ha de entenderse como grado de probabilidad, y por tanto, el riesgo vendrá dado con un cierto nivel de confianza o acierto.
- 2) Riesgo **país**, que puede dividirse en función de los factores que lo originan:
- ❖ Riesgo soberano, se define como el que concurre en las deudas de un país, globalmente consideradas, por circunstancias distintas del riesgo comercial habitual, se divide en:
 - ✓ *Riesgo soberano*, o ineficacia de las acciones del prestamista frente al prestatario por razones de soberanía de los estados deudores o que prestan garantías.
 - ✓ *Riesgo de transferencia*, provocado por la incapacidad del deudor para hacer frente a sus obligaciones por carecer su país de residencia de la divisa en que están denominadas.
 - ❖ Riesgo administrativo, representado por las limitaciones permanentes o temporales a la actividad económica, mediante restricciones sobre la libertad de mercado y movilidad de los factores. Hoy día, no sólo se recogen las restricciones a la actividad económica, sino cualquier otro efecto legal, de ahí que sea más amplia la denominación de riesgo legal, el cual a su vez se subdivide atendiendo a los tres poderes de un país (legislativo, ejecutivo y judicial):
 - ✓ *Riesgo normativo*, que incluiría cambio normativo, incluido el fiscal; licencias, monopolios y cuotas de mercado; regulación medioambiental; contrapartidas no autorizadas legal o administrativamente para operar; legislación laboral, pensiones y subsidios; y error u omisión de documentación.

- ✓ *Riesgo político*, como los controles sobre inflación a través de tipos de interés; control del gasto público y de la deuda; efecto fiscal, a través de impuestos, tasas, cuotas y tarifas; y riesgo de expropiación y restitución.
- ✓ *Riesgo jurídico*, que vendría a través de los tribunales competentes en caso de litigio; contratos marco; jurisprudencia; y valoración jurídica de los acuerdos de netting.

3.3. Conceptos previos.

Antes de pasar a estudiar los modelos de medición del riesgo de crédito, y con objeto de facilitar dicha labor, es necesario recoger una serie de conceptos relacionados con la estimación de este riesgo, y que la literatura financiera y la legislación existentes al respecto, no han delimitado, y a veces definido, en su justa medida.

Como ya se indicó, son dos los factores a considerar en la estimación del riesgo de crédito, por un lado, la contrapartida, y por otro, la operación en cuestión:

a) Calidad crediticia de la contrapartida:

Que hace referencia al grado de solvencia de la misma. Para cuantificar esta calidad crediticia se especifican una serie de variables a emplear como son:

- ✓ Probabilidad (PD) de que tenga lugar el evento de crédito, que vendrá dado a través de una distribución de probabilidad del evento.
- ✓ Tasa de pérdida (Loss Given Default, LGD) si tiene lugar el evento, es decir, cuánto realmente se perderá del valor del contrato. Lógicamente será igual a uno menos la tasa de recuperación (TR), es decir, la fracción del valor de la operación que se logre recuperar tras el evento de crédito.

b) Exposición al riesgo de crédito:

Hace referencia a la operación sometida al riesgo de crédito, y su valor. Suponiendo que no existen acuerdos de netting ni garantías, se correspondería

con el coste de reemplazamiento de la operación, así pues el valor esperado de la operación en el momento en que puede tener lugar el incumplimiento de la otra parte vendrá definido por la siguiente expresión o Exposición al riesgo de crédito (EAD):

$$EAD = \max.(\text{valor mercado}^+; 0)$$

Así pues, si existe un beneficio potencial (valor de mercado positivo) tendremos exposición al riesgo de crédito, por el contrario si hay una pérdida potencial en la operación (valor de mercado negativo) entonces no tendremos riesgo de crédito, sino de mercado. En este último caso, el riesgo de crédito lo tendrá nuestra contraparte en el caso de que nosotros no cumplamos con nuestro compromiso. En resumen, el riesgo de mercado y de crédito suelen ser antagónicos, o se gana en el mercado y se tiene riesgo de crédito, o se pierde en el mercado y el riesgo de crédito lo tiene el que gana.

La estimación de esta exposición se realiza en dos niveles, uno por operación, por tanto, atendiendo a los plazos contractuales de la misma, y otro en conjunto de toda la cartera. Como resultado, la entidad presentará distintas exposiciones para los diferentes plazos.

Además, en la estimación de la exposición, no sólo intervendrán los plazos de la operación, sino también las condiciones del mercado, es decir, si se lleva a cabo sobre valores presentes (exposición corriente) o valores esperados futuros (exposición potencial futura), en el primer caso estaríamos ante el coste de reposición actual, y en el segundo ante el coste de reposición futuro. Pero como dicho coste futuro se determina con un cierto grado de probabilidad, puesto que es potencial, a su vez se diferenciará entre exposición futura esperada (valor esperado o medio), y exposición futura máxima (valor esperado para un intervalo de confianza).

De esta manera, el riesgo de crédito puede estimarse en términos medios o esperados (pérdida esperada), si se opera con la exposición potencial esperada; o

para un cierto nivel de confianza (pérdida inesperada), si se hace a partir de la exposición potencial máxima. La expresión general de la pérdida esperada (Expected Loss, EL) sería:

$$EL = EAD \cdot LGD \cdot PD$$

c) *Acuerdos de netting:*

Este tipo de acuerdos o cláusulas contractuales entre dos partes supone que las operaciones realizadas por las partes se liquiden como si de una única operación se tratase, es decir, con una única corriente de flujos. El ejemplo más claro de este tipo de acuerdos se produce en los mercados financieros organizados, en que las cámaras de compensación se interponen entre las partes, de forma que la liquidación final de un agente será el resultado de todas sus operaciones, compensándose entonces los resultados positivos con los negativos.

Pero donde de verdad adquiere importancia estos convenios es en la contratación entre partes, en esos casos los acuerdos pueden ser de dos tipos genéricos, lógicamente con variaciones según la libertad contractual de las partes:

- ✓ Netting de pagos: en este caso las operaciones que se compensan son liquidaciones resultantes de contratos, es decir, cobros y pagos.
- ✓ Netting de créditos: la compensación o neteo se realiza a nivel de operaciones activas y pasivas, y no de cobros y pagos.

Para comprender la importancia de estos acuerdos presentamos un sencillo ejemplo en el que dos entidades tienen dos contratos con una tercera empresa que se declara insolvente. Además la segunda de las empresas (B) tiene firmado un acuerdo de netting con la insolvente. La tasa de recuperación tras la insolvencia se estima en un 10% del valor de los contratos:

entidad	contrato-1	contrato-2
A	10000	-8000
B	10000	-8000

Tabla 3. Datos ejemplo

Dado que la insolvencia no exime del cumplimiento de la obligación (contrato-2), el resultado para ambas entidades será el siguiente:

$$\text{Cobro}_A = 10\% \cdot 10000 = 1000$$

$$\text{Pago}_A = -8000$$

$$\text{Beneficio dejado de percibir}_A = -(10000 - 8000) = -2000$$

$$\text{Resultado}_A = -9000$$

$$\text{Cobro}_B = 10\% \cdot (10000 - 8000) = 200$$

$$\text{Pago}_B = 0$$

$$\text{Beneficio dejado de percibir}_B = -(10000 - 8000) = -2000$$

$$\text{Resultado}_B = -1800$$

Como podemos comprobar el resultado final es muy diferente, y la causa se encuentra en que la entidad A, al no tener un acuerdo de netting con la insolvente, tendrá que cumplir con su obligación contractual de pagar 8000 u.m., mientras que la empresa B no realiza pago alguno, puesto que el convenio de netting compensa su pago con el cobro que debería percibir, y aunque en términos netos cobre menos, 200 u.m. frente 1000 u.m. que cobra A, la pérdida es mucho menor.

Para finalizar, y a pesar de la demostrada ventaja del netting, cualquier firma de convenios de este tipo exige que previamente se compruebe su validez jurídica, para de este modo evitar el error de pensar en la cobertura contractual del netting cuando en la realidad legal no sea posible su aplicación.

3.4. Estimación del riesgo de crédito.

Las metodologías de estimación del riesgo de crédito pueden agruparse en dos familias, las tradicionales, y la relativa a los modelos.

3.4.1. Métodos tradicionales: indicadores

Tradicionalmente el análisis de la solvencia empresarial se ha realizado a partir de la información contenida en las cuentas anuales exclusivamente, fundamentalmente porque la información de mercado era limitada y sesgada.

Dado que la información contable suministrada por las entidades suele ser puntual en el tiempo, esto es, una vez al año por ejemplo, el estudio de la solvencia basado en dicha información se correspondería con la situación que reflejase las cuentas anuales en un instante concreto, pero como la marcha de la

empresa es ilimitada en el tiempo (principio de empresa en funcionamiento), esto supone que cualquier resultado sea estático, es decir, represente exclusivamente la situación en un instante concreto.

Este análisis tradicional se ha apoyado en la construcción de ratios. Un ratio es un cociente que muestra la relación entre dos elementos o partidas del conjunto de datos de la información financiera total, referente a una empresa. Y desde el punto de vista contable se circunscribe a la información financiera obtenida a través de la contabilidad, por tanto refleja la relación entre partidas contables.

A efectos del análisis de la solvencia los ratios más empleados han sido los siguientes, clasificados en función del plazo al que miden la solvencia:

✓ *Muy corto plazo.*

Destaca el *índice de liquidez inmediata (ILI)* que indica la liquidez de que dispone la empresa para hacer frente a pasivos con vencimiento inmediato y se estima como:

$$ILI = \frac{\text{Disponible}}{\text{Recursos ajenos a corto plazo}}$$

El valor de este ratio no debería ser muy elevado, pues supondría exceso de recursos financieros líquidos (con su correspondiente coste) que no se han materializado en activos funcionales, y que quizás generen una rentabilidad insuficiente para cubrir el coste de su financiación.

El valor indicativo va a depender de la actividad que desarrolle la empresa o sector en que opere, y del momento en que se efectúe su medición; por ello para comprobar la liquidez de la empresa con relación a su actividad se suele estimar otro ratio que muestra las necesidades líquidas de la empresa para atender a su ciclo de explotación, que denominamos *cobertura de liquidez*:

$$\text{Cobertura de liquidez} = \frac{\text{Disponible}}{\frac{\text{Gastos a pagar}}{360}} \text{ días}$$

Este indicador compara la liquidez disponible con el gasto diario a pagar, asumiendo que todos los días el pago es de igual cuantía, de manera que el resultado mostraría, en términos medios, el número de días que la entidad puede hacer frente a los pagos de actividad sin necesidad de recurrir a la financiación y sin recibir cobro alguno derivado de su ciclo de explotación.

✓ *Corto plazo.*

Para este plazo destaca en primer lugar el *índice de solvencia a corto plazo* (ISC/P) que mide la distancia a la suspensión de pagos, pues se define como el número de veces que el activo circulante neto cubre el pasivo exigible a corto plazo, esto es, si la empresa tiene capacidad para hacer frente a sus obligaciones de menor plazo de exigibilidad, mediante el empleo de sus inversiones que con mayor facilidad pueden hacerse líquidas. Este ratio será importante para los acreedores a corto plazo, normalmente acreedores comerciales.

Su valor dependerá del sector y la actividad de la empresa y se estima como:

$$ISC/P = \frac{\text{Activo corriente}}{\text{Recursos ajenos a corto plazo}}$$

Dentro de este plazo también destaca el llamado *coeficiente ácido* (CA), que muestra la liquidez real de la empresa, al eliminar la incertidumbre de la realización de las existencias, ya que el ratio anterior asumía la venta y posterior cobro de las mismas. Este indicador será importante en empresas comerciales y de transformación con elevados volúmenes de inventarios, y fundamentalmente si el PMM es elevado. Su valor dependerá de la actividad de la entidad y se estima como:

$$CA = \frac{\text{Activo corriente} - \text{Realizable}}{\text{Recursos ajenos a corto plazo}}$$

✓ *Largo plazo.*

Para este plazo destaca el *coeficiente de garantía* (CG), que mide la distancia a la quiebra, pues constituye el número de veces que el activo real neto cubre el pasivo exigible, esto es, si la empresa, en una situación hipotética, podría hacer frente al pago de sus obligaciones con terceros mediante la enajenación de todas sus inversiones con valor de realización. Al igual que en los anteriores, su valor dependerá del sector y de la actividad. Se estima como sigue:

$$CG = \frac{\text{Activo total}}{\text{Recursos ajenos}}$$

Los *recursos ajenos* incluirán tanto los a corto plazo (comerciales y no comerciales) como los de largo.

Otro indicador de la solvencia a largo plazo es la *rotación del capital circulante*, estimado como cociente entre la cifra neta de negocio (CNN) y el capital circulante (CC), teniendo en cuenta que este último será de igual cuantía que el FRE, como indicamos en capítulos precedentes, así pues:

$$\text{Rotación del capital circulante} = \frac{CNN}{CC = \text{FRE}}$$

Su valor dependerá de la actividad y sector en que opere la entidad, de manera que el valor obtenido respecto del representativo del sector podrá ser:

- a) Mayor, con lo que mostrará una insuficiencia del CC, y por tanto, un exceso de recursos ajenos a corto plazo.
- b) Menor, lo que supondrá un exceso del CC, pudiendo ser la causa de esto alguna, o todas, de la siguientes:
 - 1. Empleo insuficiente del crédito comercial de proveedores sin coste.
 - 2. Excesivo período de cobro a clientes.
 - 3. Exceso de tesorería o existencias.

Este análisis estático, a pesar de que en la actualidad sigue siendo utilizado, presenta algunos inconvenientes que han supuesto la evolución hacia los modelos dinámicos que estudiaremos a continuación:

1. Estos ratios no tienen en cuenta que los criterios de valoración de los activos son distintos de los del pasivo, por lo que numerador y denominador están medidos de diferente manera. Así el activo viene valorado a precio de adquisición, mientras que el pasivo lo hace a su valor de reembolso.
2. No tienen en cuenta los valores actuales o de mercado de las partidas que intervienen en la estimación.
3. No se considera el distinto vencimiento entre activos y pasivos, esto es, se toma la hipótesis de que todos los activos se venden en el mismo instante en que se pagan todos los pasivos, lo cual resulta ilógico, salvo que se pretenda liquidar la empresa. De esta forma, al no incluir el valor del tiempo, consecuencia de los diferentes vencimientos, y asumir una liquidación inmediata, debería al menos tenerse en consideración la pérdida que podría tener lugar al enajenar un volumen importe del activo como resultado del desequilibrio que esto generaría entre oferta y demanda.

3.3.2. Modelos de medición del riesgo de crédito.

Resultado de los inconvenientes del análisis estático y dado que de forma directa estos indicadores no dan respuesta a la pregunta ¿cuál es el riesgo esperado por una operación?, surgen otros tipo de modelos que fundamentalmente buscan estimar unos de los tres parámetros del riesgo de crédito esperado, en concreto la probabilidad de default.

Estos modelos pueden diferenciarse en dos grupos:

1. Modelos que emplean información histórica sobre el incumplimiento.

A su vez se diferencia dos grandes grupos, aquellos que emplean información interna de lo acontecido con los clientes y deudos, y los que directamente adquieren las probabilidades de default a compañías especializadas. En cualquiera de estos enfoques la cuestión fundamental es la correcta agrupación (rating) de los diferentes deudores en función de su riesgo de crédito, es decir, catalogar correctamente dentro de un número reducido de categorías cada una

de las operaciones y clientes que realice una empresa. Fijémonos que con ello se consigue simplificar el problema, ya que pasamos de estimar la probabilidad de default para una multitud de operaciones y/o deudores, a un grupo de reducido dentro de los cuáles previamente se habrán clasificado dichos deudores.

Una técnica pionera fue el análisis discriminante que consiste en un análisis dicotómico por el que las variables estudiadas se catalogan, según una serie de variables explicativas (x) y sus ponderaciones (w), en dos grupos diferenciados por su calidad crediticia, esto es, por ejemplo para una empresa j sería:

$$Z_j = \sum_i w_i \cdot x_{i,j}$$

Tal que:

$$Z_j = \begin{cases} 0 \rightarrow \text{grupo default} \\ 1 \rightarrow \text{grupo no default} \end{cases}$$

Dentro de estos modelos destaca como uno de los primeros modelos la Z-score de ALTMAN.

Se trata de un modelo discriminante multivariable, y originariamente se define a partir de ratios, esto es, es una evolución natural del análisis estático descrito anteriormente:

$$Z = 1,2 \cdot A + 1,4 \cdot B + 3,3 \cdot C + 0,6 \cdot D + 0,999 \cdot E$$

$$A = \frac{\text{fondo de rotación existente}}{\text{activo total}}$$

$$B = \frac{\text{beneficio retenido}}{\text{activo total}}$$

$$C = \frac{\text{beneficio antes de intereses e impuestos}}{\text{activo total}}$$

$$D = \frac{\text{valor de mercado de las acciones}}{\text{valor contable del pasivo}}$$

$$E = \frac{\text{ventas}}{\text{activo total}}$$

De esta forma:

✓ Si $Z \leq 1,81$ la entidad es insolvente.

- ✓ Si $Z \geq 2,99$ la entidad es solvente
- ✓ Si $1,81 < Z < 2,99$ es una zona de ignorancia, con un punto de corte o frontera de fracaso en 2,675.

Lógicamente este modelo no es totalmente dinámico, salvo que los parámetros w se estimen con cada nueva observación, y presentaba problemas de correlación entre las variables, de ahí que las mejoras que se le han ido introduciendo hayan sido del tipo:

1. Reducir el número de variables explicativas, en concreto a la rentabilidad económica y al coste de los recursos, por un lado, y por otro, al ratio de endeudamiento.
2. Considerar no sólo el valor de mercado de los recursos propios, sino también el del pasivo exigible.
3. Transformar el modelo de forma que el resultado no fuese dicotómico, sino la probabilidad de insolvencia.

Otro paso más fue el uso de modelo Logit y Probit, que partiendo del análisis discriminante, en lugar de obtenerse una catalogación, el resultado es la probabilidad de insolvencia, se trata pues de la evolución natural del análisis discriminante. De esta forma:

$$Z_j = \sum_i w_i \cdot x_{ij}$$
$$PD_j = \frac{1}{1 + \exp(-Z_j)}$$
$$0 \leq PD_j \leq 1$$

Donde PD es la probabilidad de insolvencia o default en función de una distribución exponencial o logística (modelo logit). Si en lugar de esta distribución se asumiese una normal acumulada (N) el modelo se denominaría probit y sería:

$$PD_j = N\left(Z_j\right)$$

En la actualidad, cuando la operación es de un volumen considerable o se trata de un gran cliente, los modelos anteriores por si solo son insuficientes, puesto que no recogen toda la información disponible y necesaria para evaluar el riesgo de crédito, de ahí que se recurra a las agencias de rating, surgiendo así los modelos externos.

El problema de las agencias de rating (Standard&Poors, Moodys, etc.), tras la crisis asiática, es la sospecha sobre la validez de la información que suministran. Esto se debe a que estas compañías suelen mostrar el resultado final de sus modelos, pero no como llegan a ellos (black box). Estos resultados se conocen como matrices de probabilidad, así por ejemplo si suponemos 4 posibles ratings más el incumplimiento tendríamos:

	A	B	C	D	E (default)	Total
A	0,93	0,03	0,02	0,01	0,01	1
B	0,03	0,85	0,05	0,04	0,03	1
C	0,02	0,05	0,83	0,06	0,04	1
D	0,01	0,04	0,06	0,79	0,1	1
E(default)	0,01	0,03	0,04	0,1	--	--
Total	1	1	1	1	--	--

Tabla 4. Matriz de Probabilidad de Default

Su lectura es simple, por ejemplo para el período de estimación (supongamos 1 año), la probabilidad de que transcurrido ese período un deudor que inicialmente tiene la mejor calificación (A) se sitúe en la peor (D) es de un 1%.

2. Modelos que emplean información de mercado.

Frente a la modelización anterior exenta de contrastación de mercado, es decir, no valorada por los mercados, surgen modelos que se fundamentan en los precios de mercado que recogen el riesgo de crédito.

Estos modelos pueden emplear bien información del mercado de bonos o derivados de crédito (como los Credit Default Swap), o bien emplear información del mercado de acciones.

En el primer caso de una forma simple, si k es el rendimiento de un bono, R_f la tasa libre de riesgo y LGD la tasa de pérdida en caso de default, entonces una aproximación de la intensidad de default para ese plazo sería:

$$spread = k - R_f$$
$$PD = \frac{spread}{1 - LGD}$$

En cuanto al uso de la información del mercado de acciones surge relacionada con la teoría de opciones. Se trata del modelo de MERTON y sus posteriores variaciones.

Este modelo se apoya en que el valor de una firma es distinto al valor contable de los fondos propios, de manera que el precio pagado por ella difiere del contable en el llamado “goodwill”, siendo el valor de la firma el valor actualizado del futuro rendimiento, esto es, el valor futuro de sus activos, por tanto, la relación entre recursos propios y ajenos no es una medida válida de la solvencia, pues debe incorporarse la capacidad de generar flujos futuros. Surge así la idea de considerar el pasivo como una contingencia sobre el activo, es decir, si el valor de reembolso de la deuda supera el valor del activo de la entidad, los accionistas no harán frente al pasivo, puesto que resultará más económico entregar la propiedad de la empresa.

La interpretación financiera es simple. Partimos del balance financiero de una empresa en su constitución ($t=0$):

$$A_0 = E_0$$
$$D_0 = 0$$

Donde A es el activo, E los fondos propios y D los ajenos, es decir, inicialmente la empresa no está apalancada y que todo el activo es propiedad de los accionistas. Pero si en un instante posterior se endeuda ($t=1$) entonces:

$$A_1 = E_1 + D_1$$

Esto significa que los socios han vendido una participación en la empresa a los acreedores financieros, pero con una opción de recompra consistente (precio de ejercicio) en devolver el dinero prestado.

Posteriormente en $t=2$, cuando tenga lugar la devolución de la deuda pueden tener lugar dos posibilidades en función del valor de mercado del activo:

- a) Si el valor de mercado es mayor que el valor de la deuda.

$$A_2 > D_1 \rightarrow E_2 = A_2 - D_1 > 0$$

- b) Si el valor de mercado no supera el valor de la deuda.

$$A_2 \leq D_1 \rightarrow E_2 = A_2 - D_1 \leq 0$$

En el primer caso los accionistas ejercerán su opción de recompra pues obtienen plusvalías, mientras que en el segundo no lo harán (la responsabilidad jurídica de la empresa no permite ir contra el patrimonio individual de los socios), de manera que en el segundo caso la empresa pasa a ser propiedad de los acreedores.

Simplificando esta casuística podemos expresar el valor de mercado de los fondos propios como:

$$E_t = \max(A_t - D, 0)$$

Esto es, el capital (E) es una opción call (recompra) sobre el activo (A) con un precio de ejercicio igual al valor de reembolso del pasivo (D), es decir, accionistas y acreedores son los propietarios del activo de la entidad.

Matemáticamente el modelo de Merton puede expresarse como:

$\mathbb{N}(\cdot) = \text{cumulated normal distribution}$

$A = \text{asset market value (underlying)}$

$D = \text{liability value at maturity (strike) zero coupon bond}$

$E = \text{earning market value} = n \cdot S = n^\circ \text{ share} \cdot \text{market price of share}$

$\sigma_s = \text{price of share volatility}$

$\sigma_A = \text{asset market value volatility}$

$r = \text{Riskfree rate}$

$T = \text{Liability maturity}$

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{A_0}{D}\right) + (r + 0.5\sigma_A^2)T}{\sigma_A\sqrt{T}} \rightarrow d2 = d1 - \sigma_A\sqrt{T}$$

$$\text{call} = \max(A_T - D; 0)$$

$$E_0 = nS = \text{call} = A_0\mathbb{N}(d1) - L\exp(-rT)\mathbb{N}(d2)$$

Donde:

$$p = \text{default probability} = \mathbb{N}(-d2)$$

$$\text{rating} = \text{default distance} = \mathbb{N}\left(\frac{\frac{A_0 - D}{D}}{\sigma_A}\right)$$

Y para obtener los valores no observables del valor de mercado del activo y su volatilidad se recurre al siguiente sistema de ecuaciones:

$$E_0 = A_0\mathbb{N}(d1) - L\exp(-rT)\mathbb{N}(d2)$$

$$\sigma_s E_0 = \mathbb{N}(d1)\sigma_A A_0$$