



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

LOS SWAPS: ¿A QUÉ PÉRDIDAS NOS ENFRENTAMOS CON ELLOS?

**Aplicación del Valor en Riesgo a un SWAP de tipos de interés fijo
contra variable.**

Autor: Blanca González Oyonarte
Director: Leandro Escobar Torres

RESUMEN

Todo inversor racional se caracteriza por la aversión al riesgo, basado en la posibilidad de incurrir en pérdidas al sostener una determinada posición en los mercados financieros, y que depende de múltiples variables de mercado. Se han desarrollado múltiples herramientas de medida del riesgo, pero el VaR se ha caracterizado por ser de gran utilidad debido a su sencillez y su capacidad para reunir en una única cifra las posibles fuentes de riesgo de una posición.

De forma paralela al creciente uso de esta medida estadística del riesgo, se ha dado un incremento exponencial en el uso de los swaps de tipos de interés, productos financieros complejos que conllevan un gran riesgo. Se han dado múltiples ocasiones en las que los inversores no han sido conscientes del riesgo que tomaban al usar este tipo de productos, pero con el VaR la percepción de este es fácil para aquellos inversores menos cualificados. Esta herramienta estadística mide la pérdida máxima en un horizonte temporal y bajo un nivel de confianza previamente determinados.

En este trabajo se profundiza primero en los conceptos del VaR y swap para, finalmente, aplicar dicha medida a un contrato swap de tipos de interés fijo contra variable, analizando el riesgo de este tipo de activo en base a las variaciones de los tipos de interés de los que depende, implementando para ello el método de los tipos implícitos.

Palabras clave: Valor en riesgo, análisis del riesgo, método paramétrico, swap de tipos de interés, valoración de swaps, método de los tipos implícitos, riesgo de tipos de interés.

ABSTRACT

A rational investor is characterized by risk aversion, which is based on the possibility of incurring losses by holding a certain position in the financial markets, and which depends on multiple market variables. Many risk measurement tools have been developed, but VaR has been characterised by its great utility due to its simplicity and its ability to bring together in a single figure the possible sources of risk of a financial position.

The growing use of this statistical measure of risk has gone hand in hand with an exponential increase in the use of interest rate swaps, complex financial products that carry a significant risk. There have been multiple occasions in which investors have not been aware of the risk they took when using this type of product, but with VaR the perception of this is easy for less qualified investors. This statistical tool measures the maximum loss over a certain time horizon and under a predetermined confidence level.

This paper first delves into the concepts of VaR and swap and finally applies this measure to a fixed for floating interest rate swap, analysing the risk of this type of asset on the basis of variations in the interest rates on which it depends, implementing for this purpose the implicit interest rate method.

Key words: VaR, risk analysis, parametric method, interest rate swap, swaps valuation, implicit rate method, interest rate risk.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| LISTADO DE ABREVIATURAS | 5 |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 6 |
| 1.1. Finalidad y contextualización del tema | 6 |
| 1.2. Justificación: estado de la cuestión y motivaciones | 7 |
| 1.3. Estructura del trabajo | 12 |
| 2. MARCO TEÓRICO DEL SWAP..... | 13 |
| 2.1. Concepto y clasificación de los instrumentos derivados | 13 |
| 2.2. El concepto de swap y sus clases | 15 |
| 2.2.1. <i>Concepto de swap y sus utilidades</i> | 15 |
| 2.2.2. <i>Clases de swaps</i> | 21 |
| 2.3. Swap de tipos de interés..... | 22 |
| 2.3.1. <i>Concepto y clasificación de los swaps de tipos de interés</i> | 22 |
| 2.3.2. <i>Valoración de los swaps de tipos de interés</i> | 24 |
| 3. MARCO TEÓRICO DEL VaR | 28 |
| 3.1. Origen y desarrollo del VaR..... | 28 |
| 3.2. Noción de VaR..... | 29 |
| 3.3. Metodologías de cálculo | 32 |
| 4. APLICACIÓN DEL VAR AL SWAP DE TIPO FIJO CONTRA VARIABLE..... | 42 |
| 4.1. Aspectos básicos del ejemplo..... | 42 |
| 4.2. Ejemplo teórico..... | 43 |
| 5. CONCLUSIÓN..... | 52 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 55 |

Índice de Ecuaciones

| | |
|--|----|
| Ecuación 1: Desarrollo del valor actual de una permuta de tipos de interés fijo contra variable..... | 25 |
| Ecuación 2: Cálculo de tipos implícitos..... | 25 |
| Ecuación 3: Valor actual de una permuta de tipos de interés..... | 26 |
| Ecuación 4: Cálculo tipo swap..... | 26 |
| Ecuación 5: Expresión en el momento inicial de un IRS a dos años..... | 27 |
| Ecuación 6: VaR de una posición larga..... | 32 |
| Ecuación 7: VaR de una posición corta..... | 32 |
| Ecuación 8: VaR paramétrico expresado como valor crítico..... | 33 |
| Ecuación 9: Distribución normal de la rentabilidad de una posición..... | 34 |
| Ecuación 10: Ecuación genérica del VaR..... | 36 |
| Ecuación 11: Rendimiento de un bono..... | 38 |
| Ecuación 12: Duración de un bono..... | 38 |
| Ecuación 13: Relación entre precio y duración de un bono..... | 38 |
| Ecuación 14: Duración modificada de un bono..... | 39 |
| Ecuación 15: VaR de un bono..... | 40 |
| Ecuación 16: Precio de un swap como función de los tipos spot..... | 42 |
| Ecuación 17: Sensibilidad de la rentabilidad de un swap a las fluctuaciones en los tipos spot..... | 42 |
| Ecuación 18: VaR de un swap de tipos de interés..... | 43 |

Índice de Ilustraciones

| | |
|---|----|
| Ilustración 1: Swap de tipos de interés, contacto directo..... | 19 |
| Ilustración 2: Swap de tipos de interés, con intermediario..... | 19 |
| Ilustración 3: Swap genérico de tipos de interés fijo contra variable..... | 23 |
| Ilustración 4: Valoración; intercambio de flujo de intereses a tipo fijo contra variable..... | 25 |
| Ilustración 5: Área de E(R) dentro de una desviación típica..... | 35 |
| Ilustración 6: Área de E(R) dentro de dos desviaciones típicas..... | 35 |
| Ilustración 7: Área de E(R) dentro de tres desviaciones típicas..... | 36 |
| Ilustración 8: Valor en riesgo..... | 37 |
| Ilustración 9: Convexidad de un bono..... | 39 |
| Ilustración 10: Líneas de tendencia de los tipos IRS a 1,2 y 3 años..... | 45 |
| Ilustración 11: Distribución normal del tipo base para calcular el tipo IRS a un año..... | 46 |
| Ilustración 12: Gráfico de series temporales del tipo base para calcular el tipo IRS a un año..... | 46 |
| Ilustración 13: Distribución normal del tipo base para calcular el tipo IRS a un año..... | 47 |
| Ilustración 14: Gráfico de series temporales del tipo base para calcular el tipo IRS a un año..... | 47 |
| Ilustración 15: Predicción de fluctuaciones del tipo base para calcular el tipo IRS a un año..... | 48 |
| Ilustración 16: Predicción de fluctuaciones del tipo base para calcular el tipo IRS a dos años..... | 49 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Tipos de interés compañías A y B..... | 18 |
| Tabla 2: Niveles de confianza más frecuentes..... | 34 |
| Tabla 3: Ejemplo. Tipos swap para valores mínimos de los tipos base..... | 50 |
| Tabla 4: Ejemplo. VaR en unidades monetarias..... | 51 |

LISTADO DE ABREVIATURAS

| | |
|---------|--|
| BIS: | <i>Bank for International Settlements</i> |
| CCPs: | Cámaras de Contrapartida Central |
| CDS: | <i>Credit Default Swaps</i> |
| CNMV: | Comisión Nacional del Mercado de Valores |
| FRAs: | <i>Forward Rate Agreements</i> |
| IRS: | <i>Interest rate swap</i> |
| NIC 32: | Norma Internacional de Contabilidad N°32 |
| OTC: | Over The Counter |
| PYMES: | Pequeñas y medianas empresas |
| SMN: | Sistema multilateral de negociación |
| SOC: | Sistema organizado de contratación |
| TIR: | Tasa interna de rentabilidad |
| VAPFI: | Valor actual de la permuta financiera de intereses |
| VaR: | Value at Risk |

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Finalidad y contextualización del tema

La **finalidad** del trabajo que se va a desarrollar es la aplicación del Valor en Riesgo (VaR, en adelante), una medida de riesgo de tipo estadístico ampliamente utilizada en la actualidad, a un tipo específico de transacción financiera, el swap. A través de las siguientes páginas, se intentará explicar el método del VaR, así como las operaciones de permuta financiera conocidas como swaps, para finalmente tratar de reflejar cómo sería la aplicación de dicho método de gestión del riesgo a un swap, concretamente el de tipo de interés fijo contra variable.

El término anglosajón *swap* se traduce como permuta, esto es, un intercambio o trueque de una cosa por otra, y en el caso de este instrumento lo que se intercambian son activos financieros (deudas, divisas, índices, etc.). destacando de entre sus posibles tipos el de tipo de interés, que es el activo financiero más extendido y utilizado en el mundo, debido principalmente a las numerosas diferencias estructurales e institucionales entre los diversos mercados financieros¹. El **origen** de los swaps hay que situarlo en la década de los 70, con los préstamos paralelos, que surgieron como una medida paliativa de las restricciones gubernamentales de intercambio de divisas que empezaron a producirse a principios de la década en Reino Unido hasta 1979, este tipo de préstamos constituía un medio de financiación de inversiones en el extranjero. Posteriormente evolucionaron hasta adoptar la forma de préstamos *back to back*, siendo unos años más tarde cuando surge el contrato swap que ha llevado al desarrollo de este instrumento tal y como es conocido en la actualidad, como un mecanismo de disminución de riesgo y costes².

El **primer swap de tipos de interés** fue contratado en Londres a principios de los 80, concretamente en el año 1981 entre la compañía IBM y el Banco Mundial, pero desde entonces el mercado de la permuta financiera ha experimentado un descomunal desarrollo hasta llegar a convertirse en una de las principales figuras en los mercados financieros actuales³. En este sentido, si se analizan los datos actuales del mercado global de derivados OTC y de acuerdo con las estadísticas publicadas semestralmente por BIS (*Bank for International Settlements*), se observa que los swaps han llegado a representar,

¹ Mascareñas, J., “Mercado de Derivados Financieros: Swaps.” (e-book), 2017 (disponible en: <http://www.juanmascareñas.eu/mercfm.htm>; última consulta: 10/11/2018).

² Cosín, Rafael., *Fiscalidad de los precios de transferencia*, Valencia, CISS, 2007, p. 106.

³ Hull, J., *Fundamentals of futures and options markets*, 8ª edición, Pearson, Toronto, 2014, pp. 158-194.

a finales del año 2018, aproximadamente el 58,8% del valor nominal de todos los contratos de derivados emitidos y el 57,3% de los mismos a valor de mercado⁴.

Sin embargo, este tipo de instrumento financiero posee una serie de **inconvenientes** como son las pérdidas a las que el inversor debe hacer frente en determinados escenarios, y que surgen a raíz del riesgo de crédito al que han de enfrentarse por el posible incumplimiento contractual de la contraparte, o el desembolso de dinero que puede llevar consigo la cancelación de una operación de este tipo ante un cambio en las condiciones de mercado⁵.

En los mercados de capitales, se ha ido desarrollando a lo largo de los años una gran cantidad de **técnicas de valoración del riesgo** con el fin de mitigarlo. A finales de la década de los 80, surgió una medida en la que quedaba recogida “cuantitativamente en unidades monetarias [o en porcentaje] el riesgo, definiéndolo como la pérdida máxima probable en una posición, durante un intervalo concreto”, que un inversor podía llegar a tener⁶. Se trata de una técnica que realiza una aproximación muy buena del riesgo que conlleva una determinada inversión bajo unas circunstancias concretas, aunque no llega a ser un componente de certeza total, pues sus bases de cálculo son estadísticas y econométricas en las que se darán eventos inevitables no contemplados por dichas bases. Esta técnica, conocida como el VaR, se ha visto empleada en carteras de bonos o acciones, pero su aplicación a los swaps no ha sido analizada en la misma profundidad, por lo que el propósito del trabajo es ahondar tanto en el estudio de este tipo de contratos como en el de la medida de riesgo presentada para ver cuál sería el resultado de aplicar dicha medida al tipo de swap al que anteriormente se ha hecho referencia.

1.2. Justificación: estado de la cuestión y motivaciones

En todo **perfil inversor** se dan dos rasgos comunes: ser enemigos del riesgo, es decir, reducir la asunción de este en la medida en que sea posible, y el deseo de alcanzar el máximo beneficio una vez adoptada una determinada posición de riesgo⁷. Esto también se conoce como la aversión al riesgo, que viene definida como la preferencia del inversor

⁴ BIS, Global OTC Derivatives Market, 2018 (disponible en: https://www.bis.org/statistics/d5_1.pdf; última consulta: 02/01/2019).

⁵ “Los swaps como instrumento de cobertura”, Máster de Contabilidad y Gestión de Riesgos, Universidad de Valencia, 2008 (disponible en: <https://www.uv.es/gaspar/mriesgo/Swi.pdf>; última consulta: 17/02/19)

⁶ Figuerola, N., “Valor en Riesgo en los Proyectos (VaR)”, Wordpress, 2015 (disponible en: <https://articulospm.files.wordpress.com/2015/02/value-at-risk.pdf>; última consulta: 17/11/2018).

⁷ Sánchez, J., “Aversión al riesgo - Definición, qué es y concepto”, 2018 (disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/aversion-al-riesgo.html>; última consulta: 24/11/2018).

racional por “aquella alternativa que, a igualdad de rendimiento esperado, incorpore el menor riesgo asociado”⁸. Así, en relación con este concepto y dependiendo del grado de aversión del inversor, se puede definir un perfil conservador, medio o arriesgado del mismo.

Por otro lado, es esta actitud de rechazo de todo inversor ante la posibilidad de sufrir pérdidas en sus activos la que promueve el estudio y la gestión del riesgo y la que, en última instancia, ha provocado que se desarrollen medidas como el **VaR** con el fin de disminuir esa incertidumbre a la que todo inversor debe enfrentarse. Esta herramienta surgió como medida interna en el seno de la conocida firma J.P. Morgan y fue perfeccionada a lo largo de la década de los 90 dentro del ámbito financiero con el fin de proporcionar una única cifra al gestor que recogiese el riesgo de mercado de forma rápida y sencilla, siendo este riesgo definido como “grado de incertidumbre sobre los rendimientos futuros”⁹. A partir de aquí, ha ido adquiriendo cada vez mayor importancia hasta llegar a convertirse en la medida de riesgo de mercado más generalmente aceptada entre las entidades financieras, reguladoras y supervisoras¹⁰.

Sin embargo, el **uso mayoritario** de esta medida del riesgo ha estado focalizado en las carteras de activos financieros, pero su aplicación en el ámbito de los swaps no ha tenido el mismo desarrollo, y es este el motivo del presente trabajo de investigación: la falta de profundización y desarrollo del VaR para el caso concreto de la permuta financiera. Esta clase de contrato financiero se encuentra entre los más negociados y es increíble el importe al que ascienden las inversiones financieras que hacen uso de este instrumento, así lo podemos ver en los datos proporcionados por la Asociación Internacional de Swaps y Derivados¹¹, que señalan que el importe notional diario medio durante 2017 de CDS¹² sobrepasaba los veintiséis mil millones de dólares¹³. Y es esta tendencia creciente en el

⁸ Mascareñas, J., “Principios de Finanzas”, Monografías de Juan Mascareñas sobre Finanzas Corporativas, 2007 (disponible en: <http://www.juanmascarenas.eu/monograf.htm>; última consulta: 05/01/2019).

⁹ Morgan, J.P. y Reuters, *Riskmetrics - Technical Document*, 1996, 4ª edición, Nueva York.

¹⁰ Jaureguizar, M., “Un análisis de las medidas estándar del Valor en Riesgo (VaR).”, Universidad Rey Juan Carlos, 2009 (disponible en: <https://www.researchgate.net>; última consulta: 04/12/2019).

¹¹ La ISDA (*International Swaps and Derivatives Association* o Asociación Internacional de Swaps y Derivados) es una organización creada en 1985 cuyo objetivo principal es promover la seguridad y eficacia de los mercados de derivados OTC, estableciendo un marco regulatorio financiero firme y un marco de referencia a través de contratos estándar.

¹² Los *Credit Default Swaps* o CDS constituyen una de las clases de derivados de crédito, y una de las tipologías de swaps más utilizadas en la actualidad, si bien el trabajo se centrará en otro tipo de swaps, los swaps de tipo de interés fijo contra variable.

¹³ ISDA, “SwapsInfo Full Year 2017 and Fourth Quarter 2017 Review.”, 2018 (disponible en: <https://www.isda.org/category/research/swapsinfo/>; última consulta 08/11/2018).

uso de esta clase de derivados la que hace que cobre relevancia el estudio del riesgo que se asume en una transacción financiera de este tipo.

En este sentido, son varios los que defienden la **gran utilidad** de esta herramienta y algunos mantienen que es esencial para cualquier gestor de riesgos, afirmando que la fortaleza que tiene radica en su gran alcance, cubriendo cualquier instrumento financiero o cartera; sin embargo, no se ha generalizado su uso y desarrollo en la misma profundidad para los swaps que para los bonos¹⁴. Numerosos estudios se han pronunciado así acerca del notorio desarrollo de los swaps en los últimos años y de la dedicación de gran parte de la literatura a la valoración de los swaps, pero también es notoria la falta de estudios que abordan la problemática de los riesgos que genera este tipo de contratos¹⁵.

Dado que los swaps son **productos financieros complejos**¹⁶, la claridad y transparencia en su contratación es crucial. Ya se vio, con la abrupta caída de intereses que tuvo lugar a partir del año 2008, las considerables pérdidas que se dieron para inversores minoristas y PYMES que buscaban alcanzar una determinada cobertura del riesgo de tipos de interés asociado con préstamos hipotecarios, mediante la contratación de swaps, sin llegar a conocer con claridad y profundidad sus características. Las entidades financieras comercializaron de forma masiva este tipo de instrumento bajo la apariencia de un seguro de cobertura de la subida de tipos, cuando lo que se estaba contratando eran en realidad productos complejos, especulativos y de alto riesgo. En este sentido, se sitúa al mercado de derivados OTC como raíz de la crisis financiera que tuvo lugar durante 2008 con el colapso de Bearn Sterns, la quiebra de Lehman Brothers y el posterior rescate de AIG, y fue por ello uno de los focos de atención en el proceso de reforma de la regulación y supervisión impulsado desde el G20 y que dio lugar a normativas como el reglamento EMIR¹⁷.

Son numerosas las **reclamaciones sobre la nulidad** de estos contratos por la falta de información y la vulneración de los principios de claridad y transparencia por parte de las entidades bancarias, cuya actuación se caracterizó por la falta de diligencia ante el claro

¹⁴ De Lara Haro, A., “Medición y control de riesgos financieros”, *Conceptos Básicos del Modelo de Valor en Riesgo*, Editorial Limusa, 2005, pp. 57-72.

¹⁵ Cabedo, J. D., Reverte, J. A., y Tirado, J. M., “Cálculo del VaR en los derivados de crédito: credit default swap”, *El comportamiento de la empresa ante entornos dinámicos, XIX Congreso anual y XV Congreso Hispano Francés de AEDEM*, vol. I, 2007, p. 10.

¹⁶ Ley 24/1988, de 28 de julio, del Mercado de Valores (BOE 29 de Julio de 1988).

¹⁷ “¿Cómo nace EMIR?”, *Boletín Internacional CNMV*, 2018 (disponible en: http://www.boletininternacionalcnmv.es/ficha.php?jera_id=&cont_id=183; última consulta: 26/02/19).

conflicto de interés que se daba entre prestamista y prestatario en la contratación de estos productos¹⁸. El riesgo que lleva consigo este tipo de derivados en muchas ocasiones no es comprendido por inversores minoristas o poco cualificados, como se ha evidenciado en escenarios como el mencionado, y ello ha dado lugar a la adopción de medidas de transparencia, tales como las directivas MIFID¹⁹ y MIFID II²⁰, dirigidas a la protección del inversor y que distinguen entre productos complejos y no complejos con el fin de ofrecer una mayor protección al inversor que contrate uno de los segundos, ya que suelen llevar asociado un mayor riesgo para este y se caracterizan por ser instrumentos de difícil comprensión²¹.

El **VaR** es una herramienta muy intuitiva y de gran utilidad, incluso para aquellos inversores con poca experiencia que encomiendan su inversión a un gestor profesional²². Esta medida del riesgo expresa bien con una sola cantidad monetaria (en términos absolutos) o como porcentaje de la inversión realizada (en términos relativos), la pérdida máxima a la que se enfrenta el inversor, dentro de una posición concreta a un determinado nivel de confianza y en un horizonte temporal²³. De esta manera, el inversor, al ver plasmado el importe de las pérdidas que podría llegar a sufrir con la operación, es más consciente del verdadero riesgo que asume que cuando, por ejemplo, le hablan en términos de volatilidad.

Esta herramienta de medición del riesgo tiene un **papel fundamental** entre las entidades de crédito, las cuales han sido definidas por la Directiva 2000/12/CE como “una empresa cuya actividad consiste en recibir del público depósitos u otros fondos reembolsables y en conceder créditos por cuenta propia”²⁴. De este modo, los préstamos que realizan estas

¹⁸ Banco de España, “Informes de Reclamaciones Favorables al Reclamante”, *Memoria del Servicio de Reclamaciones*, Edición electrónica BdE, 2008.

¹⁹ La Directiva 2004/39/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, relativa a los Mercados de Instrumentos Financieros, más conocida por sus siglas en inglés, MiFID (*Markets in Financial Instruments Directive*) establece un mercado único y un marco regulatorio común en el ámbito de los servicios financieros. Esta normativa se ha trasladado a la legislación española mediante la Ley 47/2007 y el Real Decreto 217/2008.

²⁰ La Directiva 2014/65/EU relativa a los mercados de instrumentos financieros, conocida como MIFID II (*Markets in Financial Instruments Directive II*), actualiza y refuerza la regulación de transparencia y protección del inversor en los mercados de valores ya adoptada por MIFID. La aplicación de este nuevo marco normativo ha comenzado el 3 de enero de 2018.

²¹ “Guía sobre Catalogación de los Instrumentos Financieros como Complejos o No Complejos”, CNMV, 2018 (disponible en: http://www.cnmv.es/DocPortal/GUIAS_Perfil; última consulta: 19/02/2019).

²² Holton, G., “Value at Risk. Theory and Practice”, (e-book), 2014 (disponible en: <https://www.value-at-risk.net/history-of-value-at-risk>; última consulta: 23/12/2018).

²³ Jaureguizar, M., “Un análisis de las medidas estándar del Valor en Riesgo (VaR)”, Universidad Rey Juan Carlos, 2009 (disponible en: <https://www.researchgate.net>; última consulta: 04/12/2019).

²⁴ Directiva 2000/12/CE Del Parlamento Europeo Y Del Consejo de 20 de marzo de 2000 relativa al acceso a la actividad de las entidades de crédito y a su ejercicio.

entidades a sus clientes, así como las actividades de inversión que efectúan a diario, los exponen a grandes pérdidas de capital y grandes riesgos tanto de crédito como de mercado, entre otros, que deben ser gestionados. A estos efectos, el VaR se presenta como una alternativa muy útil para este tipo de entidades en la medición de los riesgos financieros pues permite combinar los distintos riesgos de la entidad y simplificarlos en gran profundidad, como ya se dio con el informe “4:15” que recogía todo el riesgo de la compañía en una sola página, disponible a los 15 minutos del cierre del mercado. De esta forma, este método de medición del riesgo se presenta ante una entidad de este tipo, cuya posición depende de cientos de variables de mercado, como una alternativa a la multitud de medidas del riesgo que son calculadas por *traders* cada día. Así, aunque la información que aportan estas medidas sea útil para los *traders* en el día a día, también resulta de gran utilidad (principalmente para los altos directivos de la compañía) la existencia de una medida que agrupe de manera simplificada el riesgo total de una determinada posición en una única cifra o porcentaje, y aquí es donde entra en juego el VaR.

Esta medida aplicada a la permuta financiera permite al inversor conocer de manera práctica y sencilla las pérdidas a las que se enfrenta. En concreto, el estudio que se desarrolla a continuación estará enfocado a los **swaps de tipos de interés fijo contra variable**, en los cuales los agentes económicos acuerdan, mediante un contrato, el intercambio mutuo durante un periodo de tiempo determinado de pagos periódicos de intereses denominados en la misma moneda y calculados sobre el mismo principal, pero con tipos de referencia distintos, siendo uno calculado sobre un tipo fijo (determinado generalmente como porcentaje) y el otro sobre un tipo variable, como puede ser el Euribor²⁵. Para este tipo de productos, la posición que tome el inversor dependerá de las expectativas que tenga sobre un periodo alcista o bajista de los tipos de interés y las pérdidas o beneficios que obtenga serán fruto de la bajada o subida efectiva de los mismos. De este modo, el VaR permite que no tome posiciones demasiado arriesgadas o, por otro lado, que asuma un cierto nivel de riesgo que en un principio esperaba que fuese mayor, no dejando escapar oportunidades de inversión asumibles según su perfil de inversión.

²⁵ Gómez, R., “Swaps de Tipos de Interés (IRS)”, *Eumed.net. Biblioteca de Economía y Enciclopedia Multimedia Interactiva de Economía*, 2018 (disponible en: <http://www.eumed.net/cursecon/cursos/mmff/swaps-int.htm>; última consulta: 7/12/2018).

Por tanto, partiendo de mi inclinación por conocer en profundidad los conceptos relacionados con el mundo financiero, las **razones** que me han llevado a realizar la **elección** del presente tema se basan en mi interés por ahondar en los conceptos de una herramienta de semejante utilidad y del instrumento financiero del swap para, de esta manera, no sólo poner en práctica los conocimientos adquiridos sino también elaborar un estudio que refleje cómo sería la aplicación de esta medida del riesgo a un swap, concretamente uno de tipo de interés fijo contra variable.

1.3. Estructura del trabajo

Este proyecto de investigación se divide en cuatro partes principales:

- En una **primera parte** quedará recogido el concepto de swap o permuta financiera y sus características, así como una clasificación de los tipos de swaps que existen en la actualidad. También se tratará en este apartado la valoración de este tipo de instrumento financiero.
- La **segunda** se centrará en el estudio del Valor en Riesgo, concretamente se analizará en qué consiste, su origen y utilidad para medir el riesgo de mercado, así como las distintas metodologías que existen y un análisis más profundizado sobre el paramétrico.
- En un **tercer capítulo** se desarrolla el planteamiento de cómo sería la aplicación de la técnica del VaR a un swap de tipos de interés, concretamente uno de tipo fijo contra variable. Para una mejor comprensión, se realizará un ejemplo ilustrativo de la aplicación de esta herramienta estadística a un contrato de permuta de este tipo, para lo cual se hará uso de la herramienta Gretl.
- Finalmente, a la vista de lo estudiado durante el trabajo se realizará una extracción de las **conclusiones** y opiniones de esta medida del riesgo financiero y de su efectividad.

2. MARCO TEÓRICO DEL SWAP

2.1. Concepto y clasificación de los instrumentos derivados

De acuerdo con las NIC 32, un **instrumento financiero** se define como “cualquier contrato que dé lugar, simultáneamente, a un activo financiero en una entidad y a un pasivo financiero o a un instrumento de patrimonio en otra entidad”. A continuación, la normativa contable realiza una enumeración de las distintas formas que puede adoptar este tipo de instrumento, entre los cuales se encuentran los instrumentos derivados, de los que forman parte los swaps, objeto de estudio en este trabajo²⁶.

Los **derivados** son productos financieros cuyo valor depende o “deriva” del valor que tenga en un momento determinado un activo subyacente, el cual puede ser de muy diversa naturaleza, desde valores de renta fija o tipos de interés hasta materias primas; de esta forma, el valor del producto derivado cambia en relación con las variaciones en el precio que experimente el activo subyacente al que va unido y se liquidan en un momento posterior en el tiempo, de forma única o periódica. La finalidad que persiguen los instrumentos derivados es la gestión del riesgo inherente a los activos subyacentes: buscan minimizar el riesgo proveniente de la variación de precios, tipos de interés o de cambio. Sin embargo, en cuanto al fin que persigue un agente al hacer uso de estos podemos distinguir principalmente tres enfoques distintos: puede ir dirigido a la cobertura de riesgos, a la especulación, o al arbitraje financiero, explotando ineficiencias detectadas en el mercado²⁷.

En un principio, se distinguían los contratos de opciones y futuros respecto del resto de derivados como los swaps o los FRAs, como los únicos que se negociaban en **mercados organizados** mientras que el resto lo hacían fuera del mercado, es decir, el resto de derivados se negociaban directamente entre las partes, de ahí la expresión de origen anglosajón **Over the Counter u OTC**. Los mercados organizados están sometidos a una intensa regulación que abarca tanto su funcionamiento y publicidad, como la formación de precios; además, existe en él una institución encargada del efectivo cumplimiento de las condiciones de los contratos y se caracteriza por la transparencia de las cotizaciones²⁸.

²⁶ Norma Internacional de Contabilidad N° 32 (NIC 32), IASCF, enero 2006.

²⁷ Zamorano, S., “El contrato de swap como instrumento financiero derivado”, *Publicaciones del Real Colegio de España*, Bolonia, 2003, p. 39.

²⁸ Baz, S., “La problemática de los swaps o contratos de permuta financiera”, *Nº8 Revista CESCO de Derecho de Consumo*, 2013 (disponible en: <http://www.revista.uclm.es/index.php/cesco>; última consulta: 10/03/2019).

Los **swaps**, en cambio, se incluían dentro de los mercados no organizados y no estaban, por tanto, sometidos a la supervisión de la CNMV, ni existía en su mercado de negociación OTC una regulación general ya que, tal y como se ha indicado anteriormente, en los mercados no organizados son las partes contratantes las que negocian y fijan las condiciones y términos del contrato en cuestión. Los mercados financieros OTC sirven como un “banco de pruebas” de los organizados permitiendo a los segundos lanzar contratos cuyo interés ha sido previamente contrastado en los no organizados²⁹. Sin embargo, a raíz de la creciente exigencia de transparencia en los mercados, durante los últimos años se ha producido una **homogeneización de los mercados** regulados de derivados y los mercados OTC debido a los movimientos competitivos de ambos segmentos; prueba de ello es la creciente estandarización de los contratos OTC, su negociación en plataformas electrónicas multilaterales, así como el registro de operaciones OTC en las cámaras de contrapartida central (CCPs) de los mercados organizados de derivados. En este sentido, se ha ido abandonando en mayor medida los sistemas bilaterales de negociación de derivados en los mercados OTC y se ha incrementado su negociación en plataformas electrónicas multilaterales, al mismo tiempo que se ha efectuado la negociación en mercados regulados a través de aplicaciones u operaciones acordadas³⁰, lo que ha llevado a la convergencia en la negociación de ambos mercados³¹.

Por otro lado, el **reglamento MiFIR**³² impone la obligación, para el caso de instrumentos derivados para los que se haya determinado un nivel de liquidez suficiente y para aquellos sujetos a la obligación de compensación en cámara³³, de formalizar las operaciones que se realicen sobre estos a través de plataformas de negociación organizadas: en un mercado regulado, sistema multilateral de negociación (SMN), sistema organizado de contratación (SOC) o centro de negociación de un tercer país que haya sido declarado como

²⁹ Lamothe, P., *Opciones financieras y productos estructurados*, 2ª edición, Mc GrawHill, Madrid, 2003, p. 29.

³⁰ Se trata de operaciones bilaterales que posteriormente se comunican al mercado para que queden registradas en la CCP.

³¹ González, J., “Organización de los mercados de derivados y las cámaras de contrapartida central”, Monografía nº35, *Publicaciones CNMV*, 2009 (disponible en: http://www.cnmv.es/DocPortal/Publicaciones/MONOGRAFIAS/MON2009_35.pdf; última consulta: 10/03/2019), p.11.

³² El artículo 32 del reglamento MiFIR establece el procedimiento relativo a la obligación de negociación de los instrumentos derivados.

³³ De conformidad con el Reglamento EMIR.

equivalente. De esta forma, la obligación entra en juego para aquellos derivados³⁴ que sean admitidos a negociación en alguna de las plataformas enunciadas y en el caso en que exista un interés suficiente de terceros en la negociación de estos, es decir, que sean suficientemente líquidos para ser sólo comercializados en los centros a los que se ha hecho referencia, como son los derivados de tipos de interés y los CDS. Este nuevo conjunto normativo tiene como objetivo la canalización de la negociación que se ha venido llevando a cabo al margen de entornos organizados (en los mercados OTC) hacia estos centros, el incremento de la transparencia durante este proceso y la introducción de un control sobre el mismo³⁵.

A pesar de esta mayor regulación y transparencia en el ámbito de los instrumentos derivados, resulta imprescindible la **estimación del riesgo** al que se enfrenta una persona física o jurídica al realizar una operación sobre esta categoría de instrumentos, calificados como **productos complejos** por las directivas MiFID. En este sentido se establece que son productos sujetos al efecto apalancamiento, ya que el desembolso efectivo inicial es reducido en comparación con la exposición al subyacente que se obtiene, esto es, con el resultado que se obtiene que puede verse multiplicado tanto en sentido positivo como negativo. Es esta exposición al riesgo la que hace crucial un control sobre este, y ahí radica el fundamento de este trabajo.

2.2. El concepto de swap y sus clases

2.2.1. *Concepto de swap y sus utilidades*

Dada la multitud de figuras distintas que engloba el concepto de swap, su constante evolución y la falta de normas de carácter positivo que ahonden en el mismo, esta categoría contractual se caracteriza por su complejidad a la hora de definirlo. Prima una **gran confusión** a la hora de calificar el contrato de swap y los intentos de nuestro Derecho a la hora de formular dicho concepto son fraccionarios. Además, en nuestro ordenamiento este término se ha identificado con el de permuta financiera, pero este símil ha sido también objeto de algunas críticas. Son varios (CLAUDI ROSSEL, LUIS CAZORLA, VEGA

³⁴ La concreción de las categorías de derivados sujetos a obligación de negociación corresponde a ESMA, que lo publicará en su web, junto con los centros en los que se negocian y con la fecha en la que entra en vigor la obligación.

³⁵ “Mercados. MiFID II-MiFIR”, *Sección del inversor, CNMV* (disponible en: http://www.cnmv.es/Portal/MiFIDII_MiFIR/MiFID-Infraestructura-Mercados.aspx; última consulta: 11/03/2019).

VEGA)³⁶³⁷ los que mantienen que esta traducción tiende a obstaculizar su comprensión en términos financieros, y también causa polémica en cuanto a la calificación que existe de permuta en los ordenamientos de Derecho Civil, donde aparece recogida como un contrato típico, a diferencia del acuerdo atípico en que consiste el swap. Por ello algunos mantienen que, si bien en el swap o permuta financiera se dan ciertos elementos de cambio, es una figura que “poco o nada tiene que ver con el contrato de permuta que nuestros Código Civil y de Comercio regulan”³⁸. Sin embargo, este término es muy frecuente en la actualidad y se hará uso del mismo en el presente trabajo.

En **líneas generales**, se puede establecer que el swap es un derivado financiero, un contrato único entre dos partes que satisface las preferencias de financiación fija o variable de los participantes y que permite la obtención de una ventaja competitiva gracias a la reestructuración de carteras y a la mejora de la capacidad económica de una determinada entidad. Para ahondar en la naturaleza de este tipo de contrato financiero y su definición, se detallarán a continuación algunas de las formas en las que se ha definido la noción de permuta financiera.

Una **primera aproximación** al concepto de swap la da LAMOTHE, estableciendo que se trata de un “contrato por el que dos entidades, llamadas contrapartes, acuerdan intercambiar dos corrientes de flujos de caja, según una regla predeterminada y durante un cierto periodo de tiempo”³⁹.

ZAMORANO, por su parte, se refiere al mismo como:

“[...] contrato bilateral en virtud del cual cada una de las partes se obliga a entregar a la otra, en los términos pactados, sumas de dinero determinadas o determinables según unos parámetros objetivos, y calculados sobre un capital de referencia invariable; cantidades que ora se hacen depender de las que cada una de las partes debe, a su vez, a un tercero (deuda jurídicamente independiente del swap), ora provienen de créditos de

³⁶ Rossell I Piedrafita, C., *Aspectos jurídicos del contrato internacional de swap*, 1ª edición, Bosch, Barcelona, 1999, pp. 187-188.

³⁷ Cazorla, L., *El contrato de swap o permuta financiera*, en “Estudios jurídicos sobre derivados financieros” (obra colectiva), Civitas, 2013, p.417.

³⁸ Vega Vega, J., *El contrato de permuta financiera (SWAP)*, Aranzadi, Navarra, 2002, p.30.

³⁹ Lamothe, P. y Soler, J., *Swaps y otros derivados OTC en tipos de interés*, McGraw-Hill, Madrid, 1996, p.25.

los que cada una de las partes es titular (y en este supuesto no existen deudas con terceros que motivan la conclusión del swap)”⁴⁰.

De forma **más simplificada**, VEGA lo define como aquel acuerdo en que las partes se comprometen a “abonarse recíprocamente corrientes líquidas, bien pagos o cobros, en la misma o en diferentes monedas durante un específico período de tiempo, siendo dichos flujos ciertos en el momento del acuerdo o estableciéndose, en caso contrario, las bases sobre las que serán calculados”⁴¹.

A modo de **síntesis** de las múltiples definiciones que han hecho los agentes del sector bancario, intermediarios y jurisconsultos, se puede conceptualizar este instrumento como el contrato por el que ambas partes estipulan la realización y el intercambio de una serie de liquidaciones, cuyos plazos han sido previamente pactados, sobre una misma cantidad de dinero a la que cada uno aplica un coeficiente o un tipo de interés pactado desde el principio y todo ello durante un periodo de tiempo determinado. Dependiendo del modo de concreción de los flujos monetarios que se obligan a intercambiar tendremos un tipo de swap u otro.

Su **función económica** reside en la obtención de unas condiciones financieras más favorables de las que las partes del contrato podrían obtener en aquellos mercados a los que tienen un fácil acceso. Les permite a algunos de los agentes que participan en los mercados la construcción de una ventaja comparativa que se funda en el aprovechamiento de estas condiciones, referidas al acceso de divisas u obtención de tasas de interés más favorables⁴². Con ello, se persigue asimismo suavizar las variaciones de los tipos de interés, disminuir el riesgo del crédito o de liquidez, o la reestructuración de carteras. En este sentido, los swaps suelen encontrarse bajo el apelativo de “coberturas de riesgo”, con el fin de alcanzar la protección frente a la evolución de los tipos de interés o de los tipos de cambio, las fluctuaciones en el precio de las materias primas como el oro, la volatilidad de los índices económicos o la dinámica de la renta variable⁴³.

⁴⁰ ZAMORANO, S., *El contrato de swap como instrumento financiero derivado*, Publicaciones del Real Colegio de España, Bolonia, 2003, p.63.

⁴¹ VEGA, J., *El contrato de permuta financiera (swap)*, Aranzadi, 2002, pp. 47-48.

⁴² Campuzano, A., *Los mercados financieros*, 2ª edición, Tirant lo Blanch, Valencia, 2017, p. 798.

⁴³ “Productos financieros complejos derivados, swaps y estructurados”, Compas Concursal (disponible en: http://www.compasconcursal.com/p_default/files/Presentaci%C3%B3n%20swaps%2010.pdf ; última consulta: 12/02/2019).

Un **ejemplo**⁴⁴ en el que se cumple lo anterior es el siguiente: dos empresas A y B desean pedir prestado un préstamo de 10 millones de euros durante cinco años y se le ofrecen las siguientes condiciones en relación con los tipos de interés:

Tabla 1: Tipos de interés compañías A y B

| Tipo de interés | Fijo | Variable |
|----------------------|-----------|----------------------|
| Compañía A | 10,00% | Euribor a 6m + 0,30% |
| Compañía B | 11,20% | Euribor a 6m + 1,00% |
| Diferencial de tipos | 1,20% (a) | 0,70% (b) |

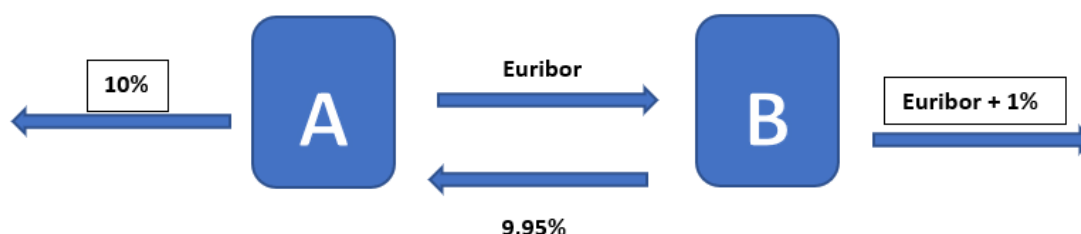
Fuente: elaboración propia

Se considera que la empresa B quiere pedir prestado a tipo fijo y la compañía A a tipo variable. La entidad B posee una calificación crediticia más baja que A pues paga un tipo de interés mayor. Sin embargo, lo que hace interesante esta permuta es la diferencia entre los dos tipos fijos, que es mayor que la de los tipos variables. En el cuadro se puede observar, por tanto, la existencia de una ventaja comparativa para A en mercados de tipos fijos y B la tiene en mercados de tipos variables pues, aunque pague más que A en estos mercados, la cantidad extra que paga B por encima de lo que paga A es menor en este mercado que en el de tipos fijos. El beneficio potencial del swap es la diferencia entre ambos diferenciales a y b, es decir, 1,20% y 0,70%. Esta anomalía es la que permite que el acuerdo sea provechoso para ambas partes, como veremos a continuación.

En caso de entrar en contacto directo, un posible acuerdo sería el siguiente: A se compromete a liquidar a la empresa B los intereses del Euribor a 6 meses y B se compromete a liquidar a A intereses a tipo fijo de 9,95% anual.

⁴⁴ Hull, J., *Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones*, 2ª edición, Prentice Hall, Inc., 1999, pp. 162-165.

Ilustración 1: Swap de tipos de interés, contacto directo

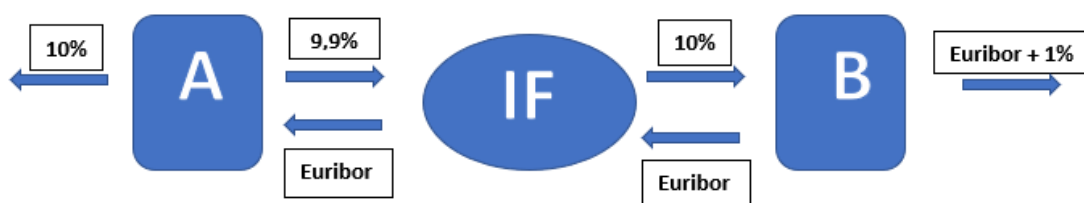


Fuente: elaboración propia

Como consecuencia del efecto neto de los flujos de caja, A paga un 0,05% anual (paga el 10% al prestamista y recibe un 9,95% de B y el Euribor que paga a B, lo que supone un 25% menos de lo que habría pagado sin el swap. Por otro lado, el 1% anual que paga B (paga el Euribor+1% al prestamista, pero recibe el Euribor de A) junto con el 9,95% que paga a la entidad A, hacen que el efecto neto de los flujos sea del 10,95%, un 25% menos de lo que habría pagado.

Por tanto, la operación mejora la posición tanto de A como de B en un 0,25% anual, siendo el beneficio total de 0,50% anual (el beneficio potencial calculado anteriormente). Sin embargo, dos empresas no suelen entrar en contacto directamente para acordar un swap, sino que cada una de ellas trata con un intermediario de forma que el beneficio potencial total se divide entre las tres partes intervinientes. Un acuerdo posible sería el siguiente:

Ilustración 2: Swap de tipos de interés, con intermediario



Fuente: elaboración propia

En cuanto a la **utilidad** que ofrecen las operaciones swap, podemos concretarla a partir de los tres tipos de estrategia que se pueden desarrollar a la hora de contratar este tipo de producto⁴⁵:

- **Especulación:** esta estrategia tiene como fin obtener un beneficio mediante el contrato de permuta, asumiendo un cierto nivel de riesgo, que viene motivado por la creencia de que la corriente de ingresos que se van a percibir será mayor que los pagos que se deban realizar. En el caso concreto de los swaps de tipos de interés, la parte contratante espera que el tipo variable fluctúe por encima o por debajo del fijo, o que los dos tipos variables determinados previamente en el contrato no coincidan, lo que resultará en diferencias dinerarias que producirán un beneficio para una de las partes del contrato.
- **Arbitraje:** en este caso se busca la obtención de un beneficio inmediato mediante la contratación de dos swaps de características idénticas, pero de signo opuesto. Esta estrategia es empleada principalmente por los intermediarios financieros pues son los agentes que poseen una mayor actividad y conocimiento en el mercado de swaps y, por tanto, son los que están en posesión de una mayor ventaja, tanto para la obtención de una comisión realizando la función de intermediario, como de la consecución de una diferencia positiva a raíz de los desajustes temporales que se dan en el valor de los acuerdos swaps. De esta forma las entidades siguen la filosofía de esta estrategia, en la que sin asumir ningún tipo de riesgo⁴⁶, perciben un beneficio.
- **Cobertura:** a esta estrategia hemos hecho referencia en líneas anteriores y el objetivo que buscan las entidades que la es la de cubrirse ante variaciones adversas en los tipos de interés, al realizar una operación, ya sea de activo o de pasivo. Para ello, realizan acuerdos swap que resulten en liquidaciones positivas en el caso de que la evolución de los tipos sea desfavorable, o negativas en caso contrario. Este es el caso que se ha explicado sobre el

⁴⁵ López, I., “Instrumentos de Cobertura de Riesgos (VIII). Los Swaps de Divisas (Currency Swaps)”, *Manager. Business Magazine*, 2006 (disponible en: https://www.researchgate.net/publication/236624122_Instrumentos_de_cobertura_de_riesgos_VIII_los_swaps_de_divisas; última consulta: 11/03/2019).

⁴⁶ Salvo en aquellas situaciones transitorias en las que las entidades mantengan posiciones no cubiertas en su papel de intermediadores, lo cual se calificaría como una situación especulativa mientras acuerden un swap con un cliente, pero no cubran la operación mediante un contrato contrario con otro cliente, pero se trata de una situación meramente temporal.

acuerdo de un swap entre dos agentes que tienen un préstamo de la misma cuantía y vencimiento, pero uno a tipo fijo y otro a tipo variable, pudiendo intercambiarse el pago de la corriente de intereses, de forma que el que estaba endeudado a tipo fijo pague los intereses a tipo variable y viceversa⁴⁷.

2.2.2. Clases de swaps

Una vez establecido el concepto general de permuta financiera, se entrará a distinguir los distintos tipos de swap que existen según el activo subyacente del mismo, en función de esto se encuentran los siguientes⁴⁸:

- **Swaps de tipos de interés o *interest rate swaps (IRS)***: es el más común y en el que se centra este trabajo; en él se da el intercambio de flujos de intereses, en la misma moneda y en la fecha pactada por las partes; por tanto, el flujo de intereses que reciba cada parte dependerá de la tasa fija o variable de interés que acuerden y del tipo de interés vigente en cada momento.
- **Swaps de materias primas o *commodity swaps***: en este caso las partes realizarán el pago correspondiente según las fluctuaciones en el precio de la materia prima objeto de la permuta.
- **Swaps de índices bursátiles o *index swaps***: los cobros y pagos realizados por las partes dependerán de las variaciones que se produzcan en el índice de referencia del contrato.
- **Swaps de divisas o *currency swaps***: por medio del cual los cobros y pagos que acuerdan realizar las partes varían según la cotización de una divisa determinada.
- **Swaps crediticios**: busca cubrir el riesgo de crédito de las obligaciones de pago que conforman su activo subyacente y transferirlo a la otra parte a cambio del pago periódico de una cantidad. Los más comunes son los *Credit Default Swaps* (CDSs), en los que el comprador realiza una serie de pagos periódicos al vendedor a cambio de la percepción de una cantidad en caso de impago del

⁴⁷ Aunque en la práctica lo que se da es una liquidación por diferencias entre los flujos de intereses generados por cada uno de los préstamos.

⁴⁸ Cots, P., “Introducción a los swaps: Definición, tipos y ejemplos”, *Rankia Blog. Cómo comenzar a invertir en bolsa*, 2016 (disponible en: <https://www.rankia.mx/blog/como-comenzar-invertir-bolsa/3367095-introduccion-swaps-definicion-tipos-ejemplos> ; última consulta: 11/02/2019).

activo subyacente a su vencimiento o si su emisor incurre en suspensión de pagos.

- **Swaps de valores admitidos a negociación en mercados oficiales o equity swaps:** en virtud de este las contrapartes estipulan la realización de cobros y pagos en función del valor de cotización del valor escogido⁴⁹.

2.3. Swap de tipos de interés

2.3.1. Concepto y clasificación de los swaps de tipos de interés

El **swap** que será objeto de estudio es el **de tipos de interés**, que puede definirse como aquel contrato en el cual

*“[...] dos partes acuerdan, durante un período de tiempo establecido, un intercambio mutuo de pagos periódicos de intereses nominados en la misma moneda y calculados sobre un mismo principal, pero con tipos de referencia distintos. En el caso más habitual, una de las partes paga los intereses a tipo variable en función del MIBOR [Euribor] o LIBOR, mientras que la otra lo hace a un tipo fijo o bien variable, pero referenciado, en este supuesto, a otra base distinta”*⁵⁰.

Son contratos en los que las partes intercambian flujos monetarios en el tiempo para mitigar las oscilaciones de los tipos de interés, pagando cada parte los intereses de la deuda del otro, pero excluyendo siempre del acuerdo el nocional, que permanece con las partes y sirve como referencia para la liquidación. Se pueden distinguir **dos estructuras básicas** atendiendo a los tipos de referencia que se hayan escogido:

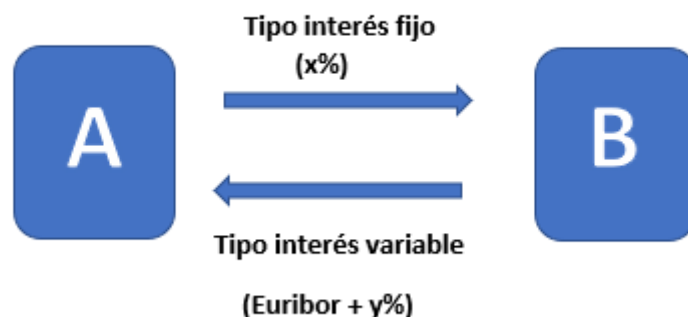
- **El swap genérico o permuta financiera de intereses fijo contra variable (swap vanilla o plain vanilla):** en él se intercambia un flujo de intereses calculado en base a un tipo de interés fijo contra otro calculado con un tipo de interés variable. Este es el tipo de swap escogido para la aplicación del citado método de valoración del riesgo y, como más adelante se concretará, el tipo variable escogido será el Euribor, de uso generalizado junto con el Libor. Es importante destacar que en la valoración de este tipo de permutas la determinación del tipo variable para calcular los intereses en una fecha t se

⁴⁹ Lorbés, P., “Contrato de SWAP: Regulación general y análisis de los contratos ISDA 2002”, *Legal Today. Por y Para Abogados*, 2009 (disponible en <http://www.legaltoday.com/practica-juridica/mercantil/bancario/contrato-de-swap-regulacion-general-y-analisis-de-los-contratos-isda-2002> ; última consulta: 11/02/19).

⁵⁰ De La Torre, A., *Operaciones de permuta financiera (Swaps)*, Editorial Ariel Economía, 1996, p. 17.

establece en la inmediata anterior $t-1$ ⁵¹. Gráficamente quedaría representado de la siguiente forma:

Ilustración 3: Swap genérico de tipos de interés fijo contra variable



Fuente: elaboración propia

- **El swap de bases o permuta financiera de intereses variable contra variable (*basis swap*):** en este caso ambos flujos se calculan con un tipo de interés variable, pero distintos entre ellos. Un ejemplo de esto sería el Euribor a seis meses contra Euribor a un año⁵².

Además de estos, existen otras clases de swaps de tipos de interés, atendiendo a los tipos de flujos que se intercambian. Como ejemplo tenemos el **swap cupón-cero**, que permite realizar un intercambio a una de las partes contratantes que tiene la posibilidad de emitir deuda barata de este tipo (cupón-cero) con el fin de transformar la misma en una deuda de tipo variable convencional, aunque se expone a un mayor riesgo crediticio, pues el tipo de interés fijo no se recibirá hasta la fecha de vencimiento⁵³. Otro tipo de swap es el **floor-ceiling swap**, que tiene por objeto el establecimiento de límites máximos (*ceiling*) y/o mínimos (*floor*) entre los cuales fluctuarán los intereses a lo largo de la vida del contrato. Sin embargo, se hace casi imposible la enumeración exhaustiva de las modalidades existentes de swaps de tipos de interés en el tráfico jurídico, pues no sólo se admiten

⁵¹ Calvo J. y Pérez J., *Instrumentos financieros. Análisis y valoración con una perspectiva bancaria y de información financiera internacional*, Edición Pirámide, Madrid, 2006, p.597.

⁵² *Instrumentos financieros. Análisis y valoración con una perspectiva bancaria y de información financiera internacional*, "cit".

⁵³ Costa, L. y Font, M., *Nuevos instrumentos financieros en la estrategia empresarial*, ESIC Editorial, Madrid, 1992, p.294.

variaciones en su esquema contractual, sino que también se dan combinaciones con otros instrumentos financieros de infinita concreción.

2.3.2. Valoración de los swaps de tipos de interés

Existen diversos métodos para valorar un swap de tipos de interés, que se pueden clasificar de la siguiente forma⁵⁴:

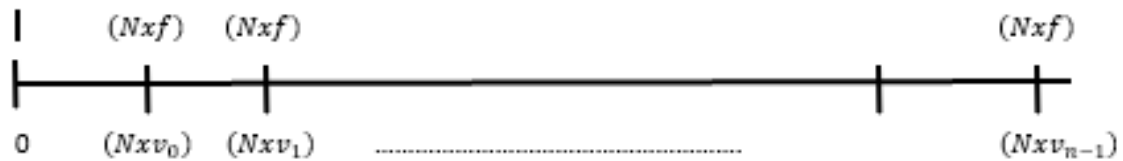
- **Métodos de valoración relativa:** las permutas financieras se valoran en atención a su equivalencia y semejanza con otros instrumentos financieros, se trata la valoración de este tipo de operaciones como una replica de una posición adoptada en el mercado de préstamos, *FRA*s o como una cartera de *strips* de futuros (o deuda).
- **Métodos de valoración absoluta:** entre ellos se distinguen el método cupón cero, el método de los tipos implícitos y el de coste de reemplazamiento y reposición. Sin embargo, el presente trabajo se centrará en el estudio de la valoración de los swaps de tipos de interés a partir de la determinación de los tipos implícitos, que se procede a explicar.

Para conocer cuál es el valor de mercado de un swap de tipos de interés en el momento de analizarlo, es habitual emplear el **método de obtención de los tipos implícitos** mediante los tipos de interés cupón cero, que es el que se utilizará más adelante. A partir de este método, se puede estimar los tipos flotantes futuros, que son desconocidos en el momento inicial del contrato de permuta, a partir de los tipos cupón cero que existen en ese mismo momento, que coincide con el momento de valoración de la permuta.

A la hora de valorar un swap de tipos de interés, si no se tiene en cuenta el riesgo de insolvencia de la contraparte, y suponiendo que las fechas de cobro y pago son anuales y coinciden, el perfil del acuerdo podría reflejarse de la siguiente forma:

⁵⁴ Rodríguez, J., "Swaps de tipos de interés. Valoración y su influencia en las operaciones bancarias.", *Jueves de la Facultad*, Universidad de La Rioja, 2011 (disponible en: https://www.unirioja.es/facultades_escuelas/fce/jueves%20de%20la%20facultad/swap_euro2011.pdf; última visita:19/03/2019).

Ilustración 4: Valoración; intercambio de flujo de intereses a tipo fijo contra variable



N : nocional.

f : tipo fijo a cobrar.

v_0, v_1, \dots : tipos variables a pagar.

n : número de pagos pendientes.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de *Instrumentos financieros. Análisis y valoración con una perspectiva bancaria y de información financiera internacional*.

Suponiendo que los tipos cupón cero en el momento inicial o momento de valoración de la permuta son z_1 (a 1 año), z_2 (a 2 años), ..., z_n (a n años), el **valor actual del contrato** calculado mediante la actualización de los flujos de efectivo sería:

Ecuación 1: Desarrollo del valor actual de una permuta de tipos de interés fijo contra variable.

$$VAPFI = \left[\frac{Nf}{(1+z_1)} + \frac{Nf}{(1+z_2)^2} + \dots + \frac{Nf}{(1+z_n)^n} \right] - \left[\frac{Nv_0}{(1+z_1)} + \frac{Nv_1}{(1+z_2)^2} + \dots + \frac{Nv_{n-1}}{(1+z_n)^n} \right]$$

En la ecuación todos los datos son conocidos, a excepción de los **tipos variables**, que pueden ser obtenidos mediante la equivalencia financiera que se da entre estos y los tipos cupón cero, que es la siguiente:

Ecuación 2: Cálculo de tipos implícitos.

$$(1+z_1)(1+v_1) = (1+z_2)$$

De donde:

$$v_1 = \frac{(1+z_2)^2}{(1+z_1)} - 1$$

Sustituyendo estos tipos de interés en la fórmula anterior del valor actual del swap (*VAPFI*) se llega a la siguiente expresión:

Ecuación 3: Valor actual de una permuta de tipos de interés.

$$VAPFI = \sum_{i=1}^n \frac{Nf}{(1+z_i)^i} + \frac{N}{(1+z_n)^n} - \frac{Nv_0 + N}{(1+z_1)}$$

Esta expresión se puede interpretar como la diferencia entre el precio de un bono con cupones que se corresponde con el primer miembro de la ecuación (el principal asciende al nominal y posee un cupón fijo del tipo de interés del swap) y el precio de un bono cupón cero cuyo vencimiento se da en la primera fecha de pago y cuyo principal tiene un importe de $N(1 + v_0)$.

Se conoce como **tipo de interés swap o tipo swap** a aquel que iguala el valor actual de los flujos de intereses fijos y variables, es decir, el tipo fijo f que hace que el valor actual de la permuta financiera sea 0, y teniendo en cuenta además que en el momento inicial $v_0 = z_1$ ⁵⁵:

$$VAPFI = \sum_{i=1}^n \frac{Nf}{(1+z_i)^i} + \frac{N}{(1+z_n)^n} - \frac{Nv_0 + N}{(1+z_1)} = 0$$

Ecuación 4: Cálculo tipo swap.

$$\text{Tipo swap} = t_{s_i} = \frac{1 - \frac{1}{(1+z_n)^n}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(1+z_i)^i}}$$

A modo de **aclaración**, el cálculo del tipo fijo que iguala ambos flujos en el momento inicial del acuerdo para un swap a dos años cuyo tipo variable sea el Euribor vendría definido del siguiente modo:

⁵⁵ Calvo J. y Pérez J., *Instrumentos financieros. Análisis y valoración con una perspectiva bancaria y de información financiera internacional*, Edición Pirámide, Madrid, 2006, pp.598-601.

Ecuación 5: Expresión en el momento inicial de un IRS a dos años.

$$\frac{F}{(1 + E_{0,1})} + \frac{F}{(1 + E_{0,2})^2} = \frac{E_{0,1}}{(1 + E_{0,1})} + \frac{E_{1,2}}{(1 + E_{0,2})^2}$$

Por lo que de esta fórmula habría que despejar de forma que se igualen ambos lados de la ecuación. Este **tipo swap** es el precio del contrato, es decir, el precio viene dado por el tipo fijo que se aplica al notional teórico pactado en el acuerdo de permuta. Estos tipos constituyen los índices de referencia para el cálculo del valor de mercado en la compensación por riesgo de tipo de interés de los préstamos hipotecarios y están disponibles según las distintas fechas de vencimiento. Los diferentes vencimientos tienen distintos tipos swap debido al valor temporal del dinero y al cambio en las expectativas de variaciones en los tipos de referencia. Los swaps de tipo de interés cotizan por lo general a un tipo efectivo anual contra un índice variable (en nuestro caso el Euribor); este tipo que equivale al tanto anual nominal aplicable sobre el notional del contrato, y se presenta bien en valor absoluto, bien como un diferencial sobre el rendimiento de un conjunto de activos de renta fija normalizados⁵⁶.

La información sobre los tipos swap a distintos vencimientos **cotizados** por los bancos se recoge diariamente y forman la **curva swap**. Esta curva sirve para identificar las características del tipo swap en función del tiempo, teniendo distintos tipos para Euribor a un mes, tres meses, seis meses, y así sucesivamente. En cuanto al plazo de vencimiento, conviene destacar la influencia de este sobre la sensibilidad a las variaciones en los tipos ya que, a mayor plazo de vencimiento, más sensible será el swap a los cambios en los tipos de interés de referencia. Además, dado que los tipos swap a largo plazo suelen ser más altos que los que tienen un plazo más corto, esta curva suele ser ascendente. Esta sensibilidad, como es conocido, se mide a través de la convexidad y la duración modificada, términos a los que se hará referencia más adelante, pues tienen un papel trascendental a la hora de medir la exposición al riesgo de la permuta financiera.

⁵⁶ Rodríguez, J., "Swaps de tipos de interés. Valoración y su influencia en las operaciones bancarias.", *Jueves de la Facultad*, Universidad de La Rioja, 2011 (disponible en: https://www.unirioja.es/facultades_escuelas/fce/jueves%20de%20la%20facultad/swap_euro2011.pdf; última visita:19/03/2019).

3. MARCO TEÓRICO DEL VaR

3.1. Origen y desarrollo del VaR

El **desarrollo** de esta medida se atribuye a JP Morgan. El presidente de la firma, Dennis Weatherston, cada día recibía múltiples informes sobre el riesgo de las operaciones, estos contenían en gran detalle las distintas griegas para las diversas exposiciones, pero la información que resultaba útil para los *traders*, no lo era en la misma medida para la alta dirección de la compañía. Por este motivo, pidió la elaboración de un sistema más simple que recogiese la exposición total del banco durante las próximas 24 horas. A pesar del inicial escepticismo ante esta tarea, los subordinados fueron capaces de adaptar la teoría de Markowitz para desarrollar un informe del Valor en Riesgo, que fue conocido como el informe “4:15”, hora en que el informe era entregado al director diariamente, tras el cierre de la bolsa⁵⁷.

La elaboración del informe implicaba un gran trabajo, pues englobaba la gestión de los datos diarios sobre las posiciones asumidas por la firma en todo el mundo, la consideración de las distintas zonas horarias, la estimación de correlaciones y volatilidades y el desarrollo de modelos informáticos. Este trabajo fue completado alrededor de 1990 y su principal beneficio fue la mejor comprensión del riesgo que asumía la compañía por parte del personal directivo, de forma que podían realizar una mejor colocación de los fondos de los que disponían. Poco a poco, otros bancos empezaron a realizar **aproximaciones similares** para la gestión del riesgo y en 1993 el VaR ya se había establecido como una importante medida de este⁵⁸.

En 1994, JP Morgan elaboró una versión simplificada de su propio sistema, al que llamaron *Riskmetrics*, que incluía las varianzas y covarianzas para un elevado número de variables de mercado diferentes. Esta herramienta fue un foco de atención e hizo que muchas compañías de software y programación comenzaran a desarrollar sus propios modelos de VaR, algunas de las cuales usaban la base de datos de *Riskmetrics*, y a partir de este momento muchas de las instituciones financieras e incluso algunas no financieras comenzaron a adoptarlo como un estándar⁵⁹.

⁵⁷ Hull, J., *Risk Management and Financial Institutions*, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 3ª edición, 2012.

⁵⁸ *Risk Management and Financial Institutions*, “cit.”.

⁵⁹ *Risk Management and Financial Institutions*, “cit.”

En este sentido, el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea ha publicado ciertos acuerdos sobre los **requerimientos mínimos de capital** que los bancos deben tener para mitigar los riesgos de mercado y de crédito, para ello se ha hecho uso del VaR, estableciéndolo como medida del riesgo a efectos de la cantidad de dinero sobre las cuales las entidades bancarias debían calcular el capital que tenían que depositar para poder hacer frente a eventuales pérdidas. Generalmente se ha mantenido que el capital necesario para este fin era de tres veces el VaR, calculado con un nivel de confianza del 99% y sobre un horizonte de 10 días, pero en los últimos años y concretamente en el acuerdo de **Basilea III** se ha sustituido el VaR tradicional por el *Expected Shortfall* que refleja de manera más prudente el riesgo de cola y la suficiencia de capital durante periodos de significativa tensión en los mercados financieros⁶⁰.

3.2. Noción de VaR

El VaR es una herramienta utilizada para la medida y gestión del riesgo de una posición concreta en el mercado o de una cartera de activos financieros. Surge como medio de valoración de los **riesgos financieros** que asume un inversor, entendiendo como riesgo “la variabilidad de los resultados diferentes a los esperados”⁶¹. De esta forma, se puede afirmar que el riesgo existe en el caso de un instrumento financiero cuando los resultados que se dan son distintos de los esperados en un momento inicial, ya sea por la generación de una ganancia menor o mayor de la esperada.

Con esta medida se pretende administrar el riesgo procedente de los activos financieros, de las eventuales pérdidas que se pueden dar en los mercados de esta naturaleza. Entre estos se pueden diferenciar los siguientes⁶²:

- **Riesgo de mercado:** es el riesgo en el que un agente o entidad incurre por el hecho de que el valor de ciertas posiciones se vea afectado como consecuencias de variaciones en los precios de mercado: de valores, de tipos de interés, de tipos de cambio, etc.

⁶⁰ Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, “Basilea III: Marco regulador global para reforzar los bancos y sistemas bancarios”, Banco de Pagos Internacionales, 2010 (disponible en: https://www.bis.org/publ/bcbs189_es.pdf; última consulta: 05/03/2019).

⁶¹ Allen, S., *Financial Risk Management*, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2003.

⁶² Díez de Castro, L. y Mascareñas, J., *Ingeniería Financiera*, McGraw-Hill, Madrid, 1991, pp.265-266.

- **Riesgo de crédito:** viene determinado por la posibilidad de que la contraparte incumpla alguna de sus obligaciones contractuales.
- **Riesgo de liquidez:** es el riesgo de pérdidas debidas a la incapacidad para cumplir una obligación de pago por la dificultad para obtener la liquidez necesaria para la reposición de márgenes y garantías, por la imposibilidad de tomar una determinada posición en derivados por la ausencia de mercado o por cambios muy grandes en los precios.
- **Riesgo operacional:** el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea define este riesgo como “el riesgo de pérdidas monetarias como resultado de fallos o de la falta de adecuación de los procesos internos, de las personas, de los sistemas, o por eventos externos”⁶³. Tendría cabida aquí, en el ámbito de los derivados, el diseño del sistema de registro de las operaciones o el que surge por la discrepancia entre los resultados que proporcionan los modelos de valoración y los comportamientos observados.

Según PHILLIPE JORION, el **VaR** es “la máxima pérdida esperada en un período de tiempo y con un nivel de confianza dados, en condiciones normales de mercado”⁶⁴. Se puede realizar este cálculo bien para un único instrumento, como una acción o divisa, bien para una cartera de instrumentos, de la misma o distinta familia (cartera de opciones, bonos y divisas). Cuando un analista usa la medida del VaR lo que busca es dar una afirmación como la siguiente: “Estoy x% seguro de que no habrá pérdidas superiores a V unidades monetarias en los próximos N días”. En ella, V es el valor en riesgo de la posición, que es una función de dos parámetros: el horizonte temporal (N días) y el nivel de confianza (x%). Es el nivel de pérdidas que tiene una probabilidad de tan sólo (100-x) % de ser excedido durante N días⁶⁵.

Por tanto, el concepto de VaR se define con base en los siguientes términos:

- **Horizonte temporal:** se refiere al periodo de tiempo durante el cual puede tener lugar la máxima pérdida esperada. Se puede calcular el VaR para periodos de inversión de un día o superiores, como una semana o un mes. Este horizonte está ligado al periodo durante el cual se espera estar expuestos al riesgo y dependerá tanto de la liquidez de la posición (el tiempo que se necesita para la realización de

⁶³ “Working paper on the regulatory treatment of operational risk”, *Comité de Supervisión Bancaria de Basilea*, 2001.

⁶⁴ Jorion, P. *Financial Risk Manager Handbook*, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2003.

⁶⁵ Hull, J., *Fundamentals of Futures and Options Markets*, 8ª edición, Pearson Education, Inc., 2014, p.433.

los activos en el mercado) como del periodo de tiempo necesario para cubrirla. De esta forma, en las mesas de tesorería se suele calcular el VaR a un día, ya que sus posiciones son muy líquidas, se trata de activos que cotizan a diario como las acciones, y cuyas posiciones se cierran a diario. En cambio, para la cartera de un fondo de pensiones se suele utilizar el VaR a un mes, ya que su gestión es menos activa y algunos de los activos que contiene son menos líquidos⁶⁶.

- **Nivel de confianza:** es el porcentaje de seguridad con el que se puede esperar la máxima pérdida durante el periodo fijado. La elección de un nivel u otro depende de la actitud frente al riesgo del que implemente la medida, cuanto más adverso al riesgo sea el usuario, mayor será el nivel de confianza. Respecto a este parámetro, difiere por ejemplo para el caso de un regulador de las instituciones bancarias⁶⁷, que exigen una mayor seguridad, puede ser utilizado a la hora de fijar un límite a la gestión de un agente de mercado como estos, que puede ser inferior (si bien no es recomendable una excesiva libertad, no debiendo sobrepasar un umbral del 95%) o superior, según las circunstancias o preferencias del caso concreto. A efectos de definir este término, cabe la posibilidad de referirse al mismo como nivel de significación (α) o nivel de confianza ($1 - \alpha$)⁶⁸.
- **Valor de mercado de la posición:** se refiere a la valoración en unidades monetarias del activo o la posición cuyo riesgo se está midiendo.
- **Volatilidad o desviación:** son las variables del mercado que constituyen los factores de riesgo a los que está expuesta la posición que se está analizando y que hacen que el posible resultado de la cartera se aleje o desvíe del rendimiento esperado.

Teniendo en cuenta estos factores, se crea un modelo para calcular el riesgo de los activos subyacentes de los instrumentos derivados (los tipos de interés en el caso objeto de estudio). Se trata de buscar una determinada **función de densidad de probabilidades** de los rendimientos para realizar ejercicios de inferencia estadística a partir de ellos.

⁶⁶ *Risk Management and Financial Institutions*, “cit.” p.192.

⁶⁷ En el acuerdo de Basilea II, tal y como se ha mencionado en líneas anteriores, se exigía un nivel de confianza del 99% para la medida del VaR de las entidades bancarias a efectos de calcular los requerimientos del capital frente a los riesgos de crédito y de mercado.

⁶⁸ *Risk Management and Financial Institutions*, “cit.”, p.194.

Partiendo de V como el valor de mercado de un activo o posición, $\Delta V(h) = V(t+h) - V(t)$ hace referencia al cambio de valor de la posición desde una fecha t hasta $(t+h)$, esto es, en un horizonte temporal h .

Siendo la función de distribución de $\Delta V(h)$ conocida, $F_h(x)$, se podría definir el **VaR de una posición larga**⁶⁹, para un horizonte h , y con una probabilidad p , como el valor de $\Delta V(h)$ que verifica:

Ecuación 6: VaR de una posición larga.

$$p = \text{Prob} [\Delta V(h) \leq \text{VaR}] = F_h(\text{VaR})$$

En el caso de la **posición corta** sería:

Ecuación 7: VaR de una posición corta.

$$p = \text{Prob} [\Delta V(h) > \text{VaR}] = 1 - \text{Prob} [\Delta V(h) \leq \text{VaR}] = 1 - F_h(\text{VaR})$$

El **cálculo del VaR** se basa, por tanto, en hallar el valor del cuantil de una distribución conocida para una probabilidad p . Dado que la función de distribución en ocasiones no se conoce, es aquí donde reside el principal problema de esta herramienta, pues distintos caminos tomados en la identificación de esta función o métodos diferentes en la estimación de los parámetros de la función seleccionada darán como resultado valores de VaR diferentes. Toda predicción implica incertidumbre en la estimación de estos parámetros, cuestión que debería tenerse en cuenta en la aplicación de este método, pero que generalmente es ignorada⁷⁰.

3.3. Metodologías de cálculo

Las tres metodologías más conocidas del VaR son el método paramétrico, la simulación histórica y la simulación Montecarlo estructurado.

En el método de **simulación de Montecarlo**, el objetivo según JORION es la simulación aleatoria y simultánea de cualquier variable financiera de interés en una serie de posibles escenarios, suponiendo una distribución de probabilidad que se determina a raíz de la elección de un modelo estocástico determinado, i.e. en este método se supone que el

⁶⁹ En los mercados de valores, la posición larga es la compra de un instrumento financiero bajo la expectativa de un mercado al alza. En el caso contrario, ostenta una posición corta el vendedor de un determinado activo, cuando este espera que su precio va a caer.

⁷⁰ García, F., Pérez, J. y Vilariño, A., *Derivados. Valor razonable y contabilidad. Teoría y casos prácticos.*, Pearson Educación, S.A., Madrid, 2008, pp.131-132.

cambio en los precios sigue un comportamiento estocástico. La principal ventaja de esta metodología radica en su flexibilidad para analizar el riesgo de carteras cuyos retornos son necesariamente asimétricos, como ocurre generalmente en el caso de carteras compuestas por opciones sobre instrumentos o monedas.

Por otro lado, la **simulación histórica** es un método no paramétrico en el que no se supone ninguna distribución particular para los datos, sino que recoge la serie histórica de precios y con estos elabora la simulación de los rendimientos que pueden resultar de los activos de la cartera cuyo riesgo se desea analizar. A partir de estos valores finales se puede determinar el percentil asociado al nivel de confianza elegido y hallar de esta forma el VaR⁷¹.

Finalmente, el **método paramétrico** es el más sencillo de calcular, y es en el que se ahondará en mayor profundidad en el presente trabajo. En estos modelos se supone que las pérdidas siguen una determinada distribución de probabilidad, de forma que si \tilde{P}_t representa la variable aleatoria “pérdidas de la posición”, el cálculo del VaR para un horizonte T y un nivel de significación α consiste en la obtención del valor crítico P_{t+T}^* de las pérdidas que verifica⁷²:

Ecuación 8: VaR paramétrico expresado como valor crítico.

$$Prob_F\{\tilde{P}_{t+T} \leq P_{t+T}^*\} = 1 - \alpha$$

Sin embargo, al representar las pérdidas de una determinada posición mediante un modelo aleatorio se introduce un nuevo elemento de riesgo, el **riesgo del modelo**, que hace referencia a aquella pérdida que se puede dar por una variación en los precios en términos distintos de los que se han establecido en el modelo, ya sea sobrevalorando los riesgos o infravalorándolos. Esta medida sirve para tomar decisiones de gestión, como el alcance o amplitud de una posición, la asignación de recursos o el cálculo del rendimiento ajustado al riesgo, por lo que se puede observar que los errores en el modelo afectan a las decisiones de gestión en sentido amplio⁷³.

En la mayoría de los casos se parte de que los rendimientos de un activo se distribuyen normalmente. Sin embargo, aunque generalmente se parta de esta distribución, en la práctica se ha observado que los rendimientos de la mayoría de los activos no siguen un

⁷¹ Hull, J., *Fundamentals of Futures and Options Markets*, 8ª edición, Pearson Education, Inc., 2014, p.436.

⁷² *Derivados. Valor razonable y contabilidad. Teoría y casos prácticos.*, “cit.”, p.132.

⁷³ *Derivados. Valor razonable y contabilidad. Teoría y casos prácticos.*, “cit.”, p.133.

comportamiento normal, sino que son **aproximados a la distribución normal** y los resultados obtenidos mediante este método son una aproximación. Se considera que los cambios en el valor de la cartera son, en media, aleatorios y que su distribución se puede aproximar mediante una curva normal como la que se muestra unas líneas más abajo.

La **función de distribución** se encuentra centrada alrededor de la media (μ) y la variación o dispersión se mide en unidades de desviación estándar (σ). Para el caso de una cartera, estos términos hacen referencia a la rentabilidad promedio y a la volatilidad.

Bajo la hipótesis básica de esta aproximación se afirma que la rentabilidad del activo o de la cartera se distribuye como una normal con media nula y varianza σ^2 :

Ecuación 9: Distribución normal de la rentabilidad de una posición.

$$\frac{V_t - V_0}{V_0} \sim N(0, \sigma^2)$$

Elegido un nivel de confianza α , el valor crítico de V_t , que se corresponde con una probabilidad $1 - \alpha$, se puede calcular de forma sencilla pues al dividir por la desviación típica se obtiene una **distribución normal estándar**. Sea $z^{-1}(1 - \alpha) = z(\alpha)$ los valores que corresponden en esta normal estándar, al nivel de confianza seleccionado, se verifica que la rentabilidad que corresponde a un determinado nivel de confianza es el producto de $z(\alpha)$ por la desviación típica. En otras palabras, al delimitar un α de 5% o 1%, por ejemplo, como área de pérdida, se debe multiplicar la desviación estándar por el $z(\alpha)$ correspondiente. Los valores para los **niveles de confianza** más comunes son los que se muestran a continuación⁷⁴:

Tabla 2: Niveles de confianza más frecuentes

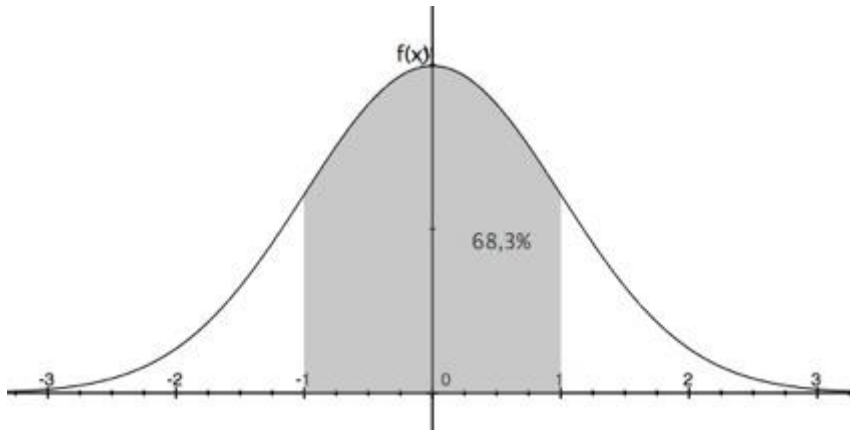
| α | $z(\alpha)$ |
|----------|-------------|
| 95% | 1,645 |
| 99% | 2,325 |
| 99,9% | 3,090 |

Fuente: elaboración propia

⁷⁴ Derivados. Valor razonable y contabilidad. Teoría y casos prácticos., “cit.”, p.134.

En la curva representada a continuación, se puede observar el porcentaje de rentabilidades esperadas que se incluye en **el área dentro de una, dos o tres desviaciones estándar**. Por ejemplo, el área dentro de una desviación típica cubre aproximadamente el 68,26% de las rentabilidades esperadas, tal y como se muestra en la siguiente imagen:

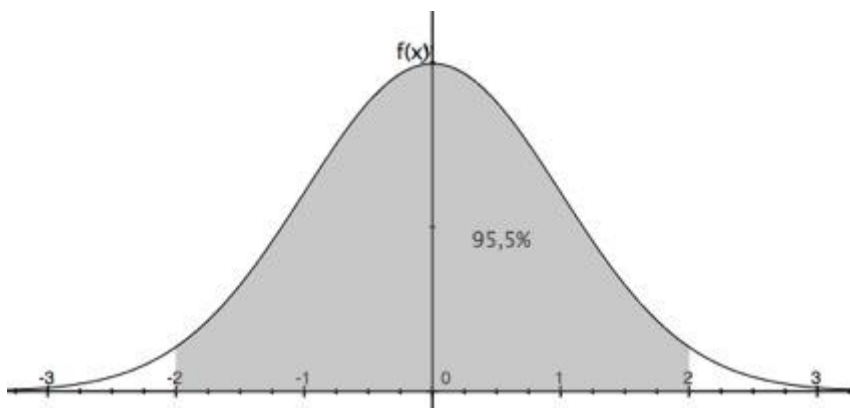
Ilustración 5: Área de E(R) dentro de una desviación típica



Fuente: elaboración propia.

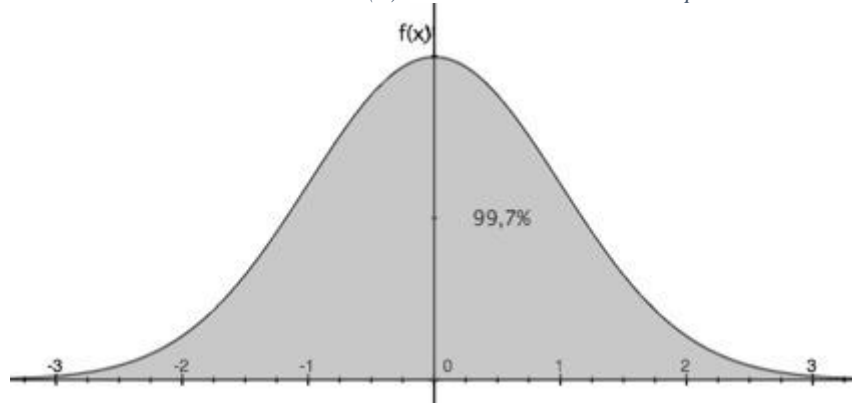
A medida que ampliamos el radio, se van incluyendo un mayor porcentaje de los posibles rendimientos a los que la posición que analizamos puede dar lugar, de forma que dos desviaciones típicas incluyen aproximadamente un 95,46% de las rentabilidades esperadas y si el área de dispersión alrededor de la media asciende hasta tres desviaciones típicas se incluirían un total del 99,73% de los posibles rendimientos, tal y como se muestra a continuación:

Ilustración 6: Área de E(R) dentro de dos desviaciones típicas



Fuente: elaboración propia.

Ilustración 7: Área de E(R) dentro de tres desviaciones típicas



Fuente: elaboración propia.

El VaR podría quedar definido como una **función sencilla de cuatro variables** (a las que se ha hecho referencia en líneas anteriores)⁷⁵:

Ecuación 10: Ecuación genérica del VaR.

$$VaR(\alpha) = V_t^* - V_0 = V_0 \cdot z(\alpha) \cdot \sigma \cdot \sqrt{t}$$

V_0 : valor actual de la cartera o importe expuesto al riesgo.

$z(\alpha)$: número de desviaciones típicas o parámetro dependiente del nivel de confianza elegido bajo la hipótesis de normalidad.

σ : volatilidad o desviación típica de la rentabilidad de la posición para un día⁷⁶.

\sqrt{t} : horizonte temporal para el que se desea calcular el VaR, medido en número de días.

La introducción del término \sqrt{t} en la ecuación supone que las rentabilidades se distribuyen idéntica e independientemente, es decir, que los rendimientos no están correlacionados en intervalos sucesivos de tiempo y, por tanto, su covarianza⁷⁷ es igual a 0⁷⁸. Esta herramienta trabaja bajo el supuesto de **ausencia de autocorrelación**, de independencia de los datos históricos de la serie, que supone que la variación en el precio en una fecha no afectará a la estimación de la variación en el precio de otra fecha distinta. Con frecuencia se calcula el VaR para un día y se extrapola el valor obtenido al horizonte

⁷⁵ Derivados. Valor razonable y contabilidad. Teoría y casos prácticos., “cit.”, p.134.

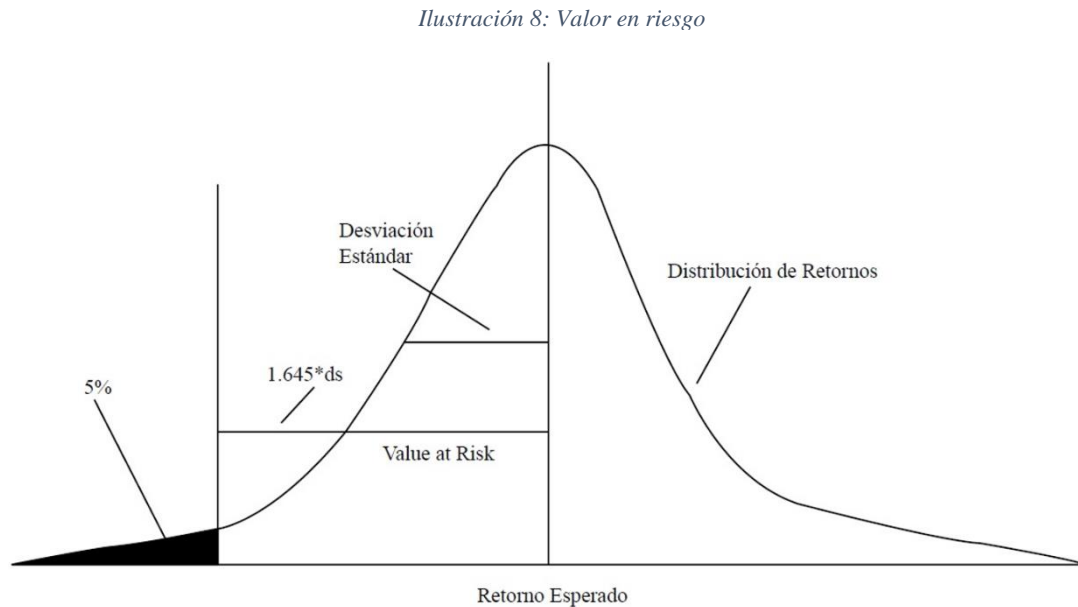
⁷⁶ Siendo σ_n , definida como la volatilidad por día de una variable de mercado en el día n, realizando la estimación de la desviación al final del día n-1.

⁷⁷ La covarianza hace referencia a la medida de la forma en que dos variables se mueven linealmente, por lo que será nula en el caso de que sean independientes.

⁷⁸ Jorion, P., Valor en riesgo: el nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados, Editorial Limusa, 2000, p.103.

que se desee y ello se basa en el supuesto de que las rentabilidades logarítmicas con las que se trabaja son independientes en el tiempo, es decir, carecen de autocorrelación. Además, el modelo del VaR también se basa en la **homocedasticidad**, es decir, la varianza de los errores (la dispersión respecto de la media) es constante en el tiempo.

Una posible representación gráfica del VaR sería la siguiente:



Fuente: Banco Central de Chile. Documento de trabajo, N°67, 2000.

La zona sombreada de la izquierda muestra el **área de pérdida**, en este caso de un 5%, por lo que el nivel de confianza seleccionado en este caso es del 95% (porcentaje de rendimientos posibles de la cartera que cubre esta medida) y habrá que multiplicar la desviación típica por el factor $z(\alpha) = 1,645$.

La aplicación de esta medida a una acción es la más sencilla, en la que se sustituiría en la ecuación anterior las distintas características de la inversión, incluyendo el importe total de la inversión en las acciones (V_0), el factor correspondiente al nivel de confianza elegido para realizar el análisis del riesgo ($z(\alpha)$), la volatilidad de la acción objeto de análisis (σ) y el horizonte temporal de la exposición al riesgo (\sqrt{t}).

Por otro lado, en el caso de un **bono**, su rendimiento proviene de la variación en el precio y de la reinversión de los cupones; sin embargo, al considerar que la medida del riesgo mediante el VaR se realizará sobre un horizonte temporal corto, la reinversión de los

cupones pierde relevancia al analizar las fluctuaciones de las rentabilidades esperadas. Por tanto, podemos aproximar el rendimiento de un bono como:

Ecuación 11: Rendimiento de un bono.

$$r_t \approx \frac{\Delta P}{P}$$

Para medir el riesgo de un bono, al igual que en las acciones lo calculamos mediante su volatilidad, para este será necesario hacer referencia a términos como la duración y la convexidad. Dado que el precio de un bono viene dado por la suma del valor actual de los flujos de caja que genera descontados a una tasa (TIR), la **duración** quedaría definida como:

Ecuación 12: Duración de un bono.

$$D = \frac{1}{P} \cdot \sum_t \frac{t \cdot CF_t}{(1 + TIR)^t}$$

La duración mide el vencimiento medio de los flujos de caja futuros ponderados por el valor actual de los mismos, que haga las veces de vencimiento efectivo del bono. Funciona como **medida de la sensibilidad** del precio del bono con respecto a las variaciones en los tipos de interés, que aumenta a medida que lo hace el plazo de inversión⁷⁹. La relación entre precios y duración queda de la siguiente forma:

Ecuación 13: Relación entre precio y duración de un bono.

$$\frac{\Delta P}{P} \approx \frac{-D}{1 + TIR} \cdot \Delta TIR$$

La **duración modificada** del bono se define como:

⁷⁹ De Lara Haro, A., *Medición y control de riesgos financieros*, Editorial Limusa, 2005, Conceptos Básicos del Modelo de Valor en Riesgo, p. 82.

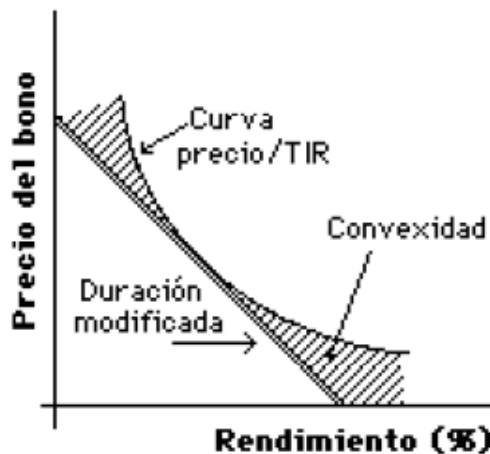
Ecuación 14: Duración modificada de un bono.

$$DM = \frac{-D}{1 + TIR}$$

Esta expresión mide la sensibilidad del título de renta fija a las variaciones en los tipos de interés y, a diferencia de la Duración de Macaulay que se mide en años, esta se mide en **términos absolutos**, indicando el porcentaje de cambio en el valor del activo al incrementarse en un punto porcentual los tipos de interés. Se trata de la aproximación de primer orden a la variación porcentual en el precio por unidad de cambio en la TIR⁸⁰.

Sin embargo, la duración modificada es una medida muy precisa **para variaciones pequeñas en la TIR**, pero no es apropiada para variaciones grandes. Esto es porque la duración modificada es una aproximación que se representa como una tangente que produce un error en la estimación de la curva precio-TIR. Así, si calculamos la segunda derivada respecto a la curva (o la primera derivada de la ecuación de la duración), llegamos a la convexidad, que mide la tasa a la que la duración cambia a medida que se aleja del punto de tangencia, es decir, corrige la inexactitud de la aproximación lineal de la duración⁸¹.

Ilustración 9: Convexidad de un bono



Fuente: DW Global Investments

⁸⁰ *Medición y control de riesgos financieros*, "cit.", p. 83.

⁸¹ *Medición y control de riesgos financieros*, "cit.", p. 83.

Volviendo al tema central del **VaR**, la medida aplicada a un **bono** quedaría formulada como la siguiente expresión:

Ecuación 15: VaR de un bono.

$$VaR_{bono(t,\alpha)} = -P_0 \cdot DM \cdot TIR \cdot \sigma_t \cdot z(\alpha) \cdot \sqrt{t}$$

Para el caso de una cartera en el que se incluyen diversos activos financieros será necesario incluir la **matriz de varianzas-covarianzas** como medida del riesgo, con el fin de reflejar de una forma más precisa el riesgo asumido en conjunto en una determinada posición y para reflejar las correlaciones que se dan entre sus desviaciones, que hacen que el VaR agregado del conjunto de activos sea menor que el de cada uno de sus activos medido de forma separada, siempre que dicha correlación sea menor que la unidad.

Sin embargo, no hay que olvidar que el método paramétrico desarrollado a lo largo de estas páginas prescinde de un aspecto crucial al que se enfrenta todo inversor o toda entidad que intervenga en el mercado, el **riesgo de cola**. Así, lo que difiere en la distribución normal de la real de las series financieras son las colas gruesas, pues la curva de distribución presenta asimetría⁸². El inconveniente de usar el método paramétrico es que este, que se suele emplear incluyendo todas las observaciones de la serie financiera, realiza una buena estimación de las observaciones centrales, pero ignora los valores extremos, pues su número es reducido, a pesar de que estas observaciones son de vital importancia a la hora de medir el riesgo de una posición⁸³. El objetivo de esta herramienta estadística se centra en el análisis de los rendimientos de una posición concreta en la cola izquierda⁸⁴, pero para el caso de colas gruesas la aproximación normal subestima la proporción de datos extremos y el consiguiente VaR⁸⁵.

⁸² Se acumula una mayor densidad de probabilidad en los extremos de la curva de distribución, dando lugar a alta curtosis (se ha observado que la distribución de las series financieras presenta una mayor curtosis que la de distribución normal, la cual se sitúa en torno a tres). Esto quiere decir que las oscilaciones extremas en las cotizaciones son más frecuentes de lo que implica la asunción de normalidad.

⁸³ Cardozo, P., “Valor en riesgo de los activos financieros colombianos aplicando la teoría de valor extremo”, *Tesis de Maestría en Economía*, Universidad de los Andes, Bogotá D.C., 2004.

⁸⁴ Asumiendo una posición larga en el activo.

⁸⁵ Jorion, P., *Valor en riesgo: el nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados*, Editorial Limusa, 2000, p.210.

Es por esta razón que han surgido en los últimos años otras teorías que tienen en cuenta este tipo de riesgos, las colas gruesas, para lo cual proponen distribuciones distintas con colas más anchas que asumen que la frecuencia con la que se dan estos eventos extremos es mayor, y por tanto también es mayor la probabilidad de que ocurran. En este sentido, existen algunas como la **Teoría del Valor Extremo**, cuyo fin es el cálculo de las posibles pérdidas bajo circunstancias extremas de mercado, y que se centra en el análisis de las colas de las distribuciones de pérdidas (únicamente utiliza los valores extremos y no toda la serie de datos), pues en muchas ocasiones las distribuciones muestran colas gruesas⁸⁶. El cálculo del VaR debe tener lugar cuando la serie financiera cumpla con la hipótesis de normalidad y no presente colas gruesas en la misma, pero en caso contrario se debe acudir a otras alternativas como esta ya que sino se daría una subestimación del VaR, es decir, se subestima la pérdida máxima que puede darse en un escenario determinado.

Otra herramienta muy útil para estos casos y que cubre las deficiencias del VaR es el *Expected Shortfall*, que puede ser definido como el promedio de los $(1 - \alpha)100\%$ peores casos y que se calcula mediante el promedio de aquellos valores que, a un nivel de confianza de α , exceden el VaR. Complementando ambas medidas, se obtiene una medida mucho más aproximada al verdadero riesgo al que está expuesto una cartera o posición determinada⁸⁷.

⁸⁶ “Valor en riesgo de los activos financieros colombianos aplicando la teoría del valor extremo”, “cit.”.

⁸⁷ Melo, L. y Reinaldo, O., “Medidas de riesgo, características y técnicas de medición: una aplicación del VaR y el ES a la tasa interbancaria de Colombia”, *Banco de la República I Colombia*, 2005 (disponible en: <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/pdfs/borra343.pdf>; última visita: 07/04/2019).

4. APLICACIÓN DEL VAR AL SWAP DE TIPO FIJO CONTRA VARIABLE

4.1. Aspectos básicos del ejemplo

Siguiendo con la aplicación de la medida del VaR a los distintos instrumentos financieros, para valorar la **exposición al riesgo de una permuta financiera**, en concreto, de un swap de tipos de interés fijo contra variable, el VaR podría ser aproximado a partir de las nociones anteriores. En los swaps de tipos de interés lo general es acordar el intercambio de flujos de tipos de interés fijos y variables, dependiendo de las fluctuaciones esperadas de los tipos de interés. El precio de una swap de este tipo viene dado por la estructura a plazo de los tipos de interés y las condiciones de mercado, pero en el momento inicial de contratación el valor de la permuta, tal y como se ha expuesto, suele ser nulo, siendo idéntico el valor de la rama fija y variable del contrato.

Dado que la tasa fija y el nocional son constantes a lo largo de la vida del contrato, el valor de la permuta y su rentabilidad vendrán dados por los **movimientos en los tipos de interés**. El valor del swap de tipos de interés irá cambiando en tanto que los tipos spot en un momento futuro no coincidan con los tipos forward calculados en el momento de contratar la permuta. Si se realiza una buena estimación de estos, es decir, si los tipos calculados son buenos predictores de los tipos spot futuros, entonces el valor del swap no se verá modificado en gran medida y el VaR será pequeño. La rentabilidad del swap vendrá dada en última instancia por las variaciones en los tipos spot, que a su vez alteran los tipos forward. Por tanto, el precio es función de los tipos de interés cupón cero a los plazos relevantes en el swap contratado, y dependerá también de la sensibilidad del precio del instrumento financiero a las fluctuaciones en los mismos⁸⁸:

Ecuación 16: Precio de un swap como función de los tipos spot.

$$P = P(z_1, z_2, \dots, z_n)$$

Ecuación 17: Sensibilidad de la rentabilidad de un swap a las fluctuaciones en los tipos spot.

$$\frac{\Delta P}{P} \approx \delta \Delta z_1 + \dots + \delta \Delta z_n$$

⁸⁸ Derivados. Valor razonable y contabilidad. Teoría y casos prácticos., "cit.", p.134.

De esta forma, se **concluye** que el VaR de un swap se mide mediante el análisis de la volatilidad de los cambios en los tipos de interés cupón cero para toda la estructura de la curva que se asocia al vencimiento del contrato de permuta objeto de análisis. La ecuación del VaR en este caso podría quedar definida como:

Ecuación 18: VaR de un swap de tipos de interés.

$$VaR = N \cdot \sigma_{\left[\frac{\Delta P}{P}\right]} \cdot z(\alpha) \cdot \sqrt{t}$$

$$VaR = N \cdot \delta \cdot \sigma_R \cdot z(\alpha) \cdot \sqrt{t}$$

4.2. Ejemplo teórico

Se va a considerar, para la aplicación práctica de los conceptos anteriores, el establecimiento de un **acuerdo swap a dos años** sobre un notional de 100 millones de euros siendo la frecuencia de pago anual y siendo el tipo variable referenciado al Euribor. En este supuesto, aunque por lo general intervenga un intermediario, se considerará que ambas partes entran en contacto directo, para una mayor simplicidad en la comprensión del ejercicio. Para calcular el **tipo fijo o tipo swap** igualaremos ambos flujos en su momento inicial, resolviendo la ecuación de forma que el valor de la permuta, en su momento inicial, sea nulo. Quedaría de la siguiente forma:

$$\frac{F}{(1 + E_{0,1})} + \frac{F}{(1 + E_{0,2})^2} = \frac{E_{0,1}}{(1 + E_{0,1})} + \frac{E_{1,2}}{(1 + E_{0,2})^2}$$

$$Tipo\ swap = t_{s_i} = \frac{1 - \frac{1}{(1 + z_n)^n}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(1 + z_i)^i}}$$

Dado que los tipos de referencia para el cálculo de valor de mercado en la compensación por riesgo de tipo de interés de los préstamos hipotecarios son publicados oficialmente por el Banco de España, se procederá al cálculo del tipo swap sustituyendo en la expresión anterior por estos tipos cupón cero. Así, si se igualan ambas identidades de la ecuación sustituyendo los tipos $E_{0,1}$ y $E_{0,2}$ por los correspondientes índices a sus debidos

vencimientos (uno y dos años), se obtiene el tipo swap. Partiendo de la ecuación anterior y teniendo en cuenta que el **tipo $E_{1,2}$** podría definirse como:

$$E_{1,2} = \frac{(1 + E_{0,2})^2}{1 + E_{0,1}} - 1 = \frac{(1 - 0,156\%)^2}{1 - 0,291\%} - 1 \cong -0,0208\%$$

Los datos serían suficientes para calcular el tipo F del contrato de permuta planteado inicialmente, sustituyendo los tipos cupón cero y los tipos implícitos en la expresión que se muestra unas líneas más arriba:

$$\frac{F}{(1 - 0,291\%)} + \frac{F}{(1 - 0,156\%)^2} = \frac{(-0,291\%)}{(1 - 0,291\%)} + \frac{(-0,021\%)}{(1 - 0,156\%)^2}$$

$$F \cong -0,156\%$$

Siguiendo la fórmula del tipo swap, este sería facilitado por la siguiente ecuación:

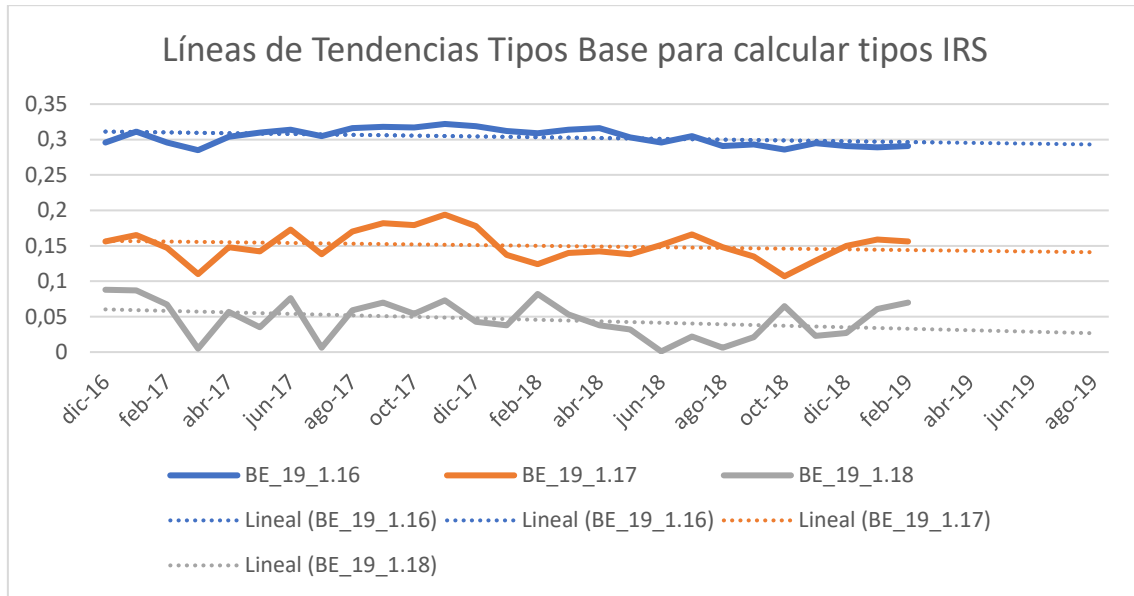
$$Tipo\ swap = t_{s_i} = \frac{1 - \frac{1}{(1 + z_n)^n}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(1 + z_i)^i}} = \frac{1 - \frac{1}{(1 - 0,156\%)^2}}{\frac{1}{(1 - 0,291\%)} + \frac{1}{(1 - 0,156\%)^2}} = -0,156\%$$

Dadas las características del contrato, el **valor del swap** de tipos de interés vendrá dado por la diferencia entre el valor de la pata fija (a recibir) y la variable (a pagar), quedando la expresión como: $VS = VF - VV$. La parte fija siempre la vamos a conocer, pero es la parte variable, referenciada al Euribor, la que depende de las fluctuaciones de los tipos de interés y la que determinará que una entidad obtenga ganancias o incurra en pérdidas con la contratación de este instrumento financiero.

Para la aplicación del método paramétrico, dado que el riesgo derivado de los swaps radica principalmente en las fluctuaciones de los tipos de interés, el estudio se ha centrado las **variaciones de los tipos base** cupón cero utilizados previamente para la valoración de la permuta financiera. En primer lugar, para la aplicación del presente método que parte de la asunción de normalidad, se ha realizado un análisis de la distribución de probabilidad de las variaciones de los tipos base para calcular tipos IRS a sus debidos

vencimientos (a uno y dos años) desde diciembre de 2016 hasta febrero de 2019. En el gráfico que se muestra a continuación se observan las **líneas de tendencia** de estos tipos swap en el indicado marco temporal:

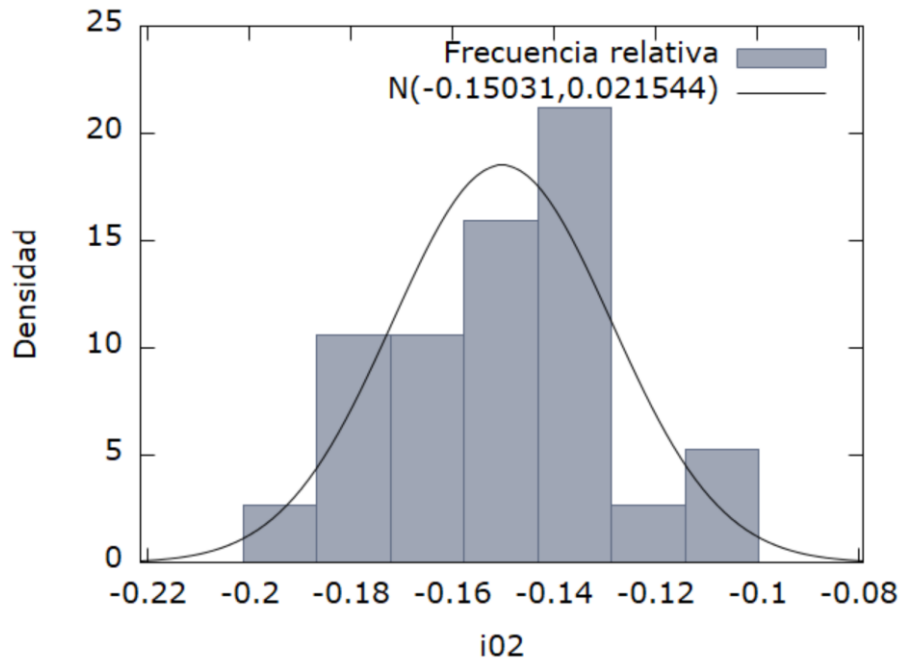
Ilustración 10: Líneas de tendencia de los tipos IRS a 1,2 y 3 años



Fuente: elaboración propia

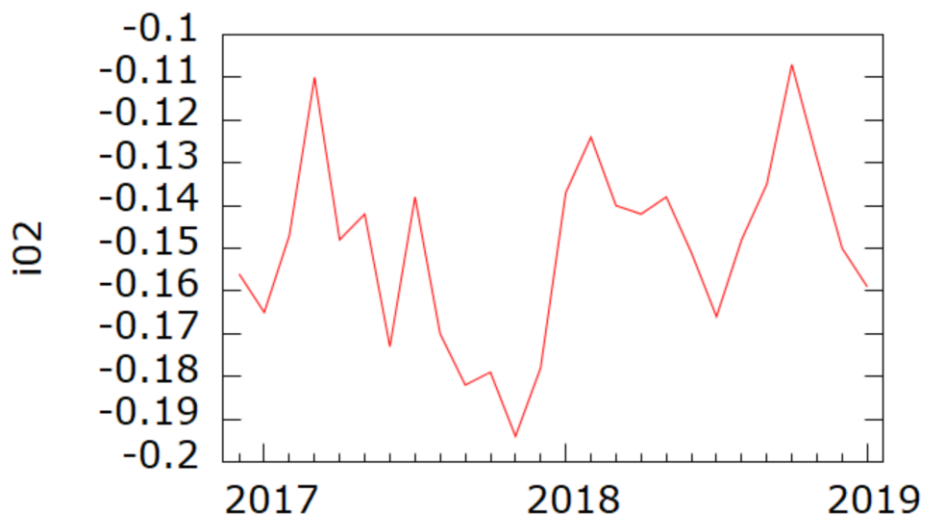
Continuando con el análisis de las series de datos, se ha observado que la distribución de las variaciones de estos tipos en los distintos meses en el citado marco temporal (los dos últimos años) cumplen la **hipótesis de normalidad**, con mediana, media y moda aproximadamente igual a 0. Por su parte, los histogramas de estas series a los distintos vencimientos son los que se muestran a continuación, así como los gráficos de las series temporales, que han sido elaborados empleando la herramienta de Gretl. Para el caso del tipo de referencia necesario para el cálculo del IRS a un año son los siguientes:

Ilustración 13: Distribución normal del tipo base para calcular el tipo IRS a un año



Fuente: elaboración propia

Ilustración 14: Gráfico de series temporales del tipo base para calcular el tipo IRS a un año



Fuente: elaboración propia

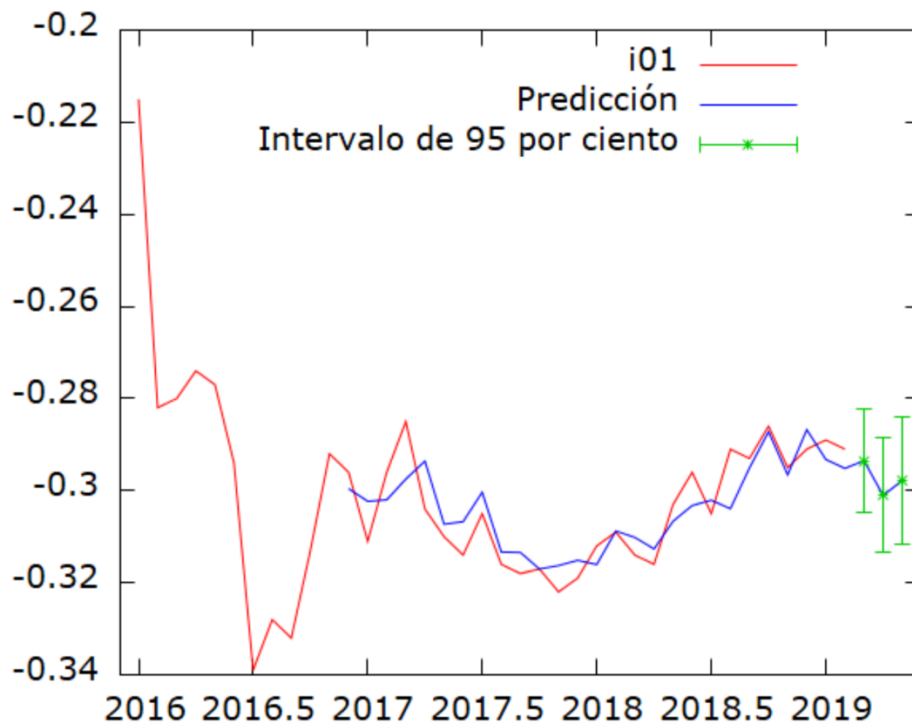
La representación gráfica de estas series de datos ayuda a visualizar que efectivamente se puede partir de la distribución normal de probabilidad y que no se dan en las curvas asimetrías significativas que rompan con dicha hipótesis nula (la distribución normal). En

el contraste de la hipótesis nula de distribución normal el p valor es en ambos casos superior a 0,05, lo que nos lleva a la **imposibilidad de rechazar la hipótesis** planteada. Gracias a ello resulta aplicable el método paramétrico para este caso concreto, por lo que procede, a continuación, el cálculo del VaR para medir la pérdida máxima a la que puede dar lugar el swap de tipos de interés fijo contra variable, dado un horizonte temporal y bajo un nivel de confianza determinados.

En el caso objeto de estudio se ha calculado el VaR en el **horizonte temporal** de uno, dos y tres meses; para ello se ha realizado la predicción de las posibles fluctuaciones de los tipos bases anteriores bajo un determinado nivel de confianza. Los **niveles de confianza** escogidos han sido del 95%, 97,5% y 99%, por lo que la máxima pérdida variará en función de ambos parámetros, horizonte temporal y nivel de confianza.

Realizada la **predicción** para las posibles variaciones del tipo base para calcular el tipo IRS a un año desde febrero de 2019 hasta mayo del mismo año, con un nivel de confianza del 97,5%, se obtiene como área de dispersión de la media la señalada en verde:

Ilustración 15: Predicción de fluctuaciones del tipo base para calcular el tipo IRS a un año

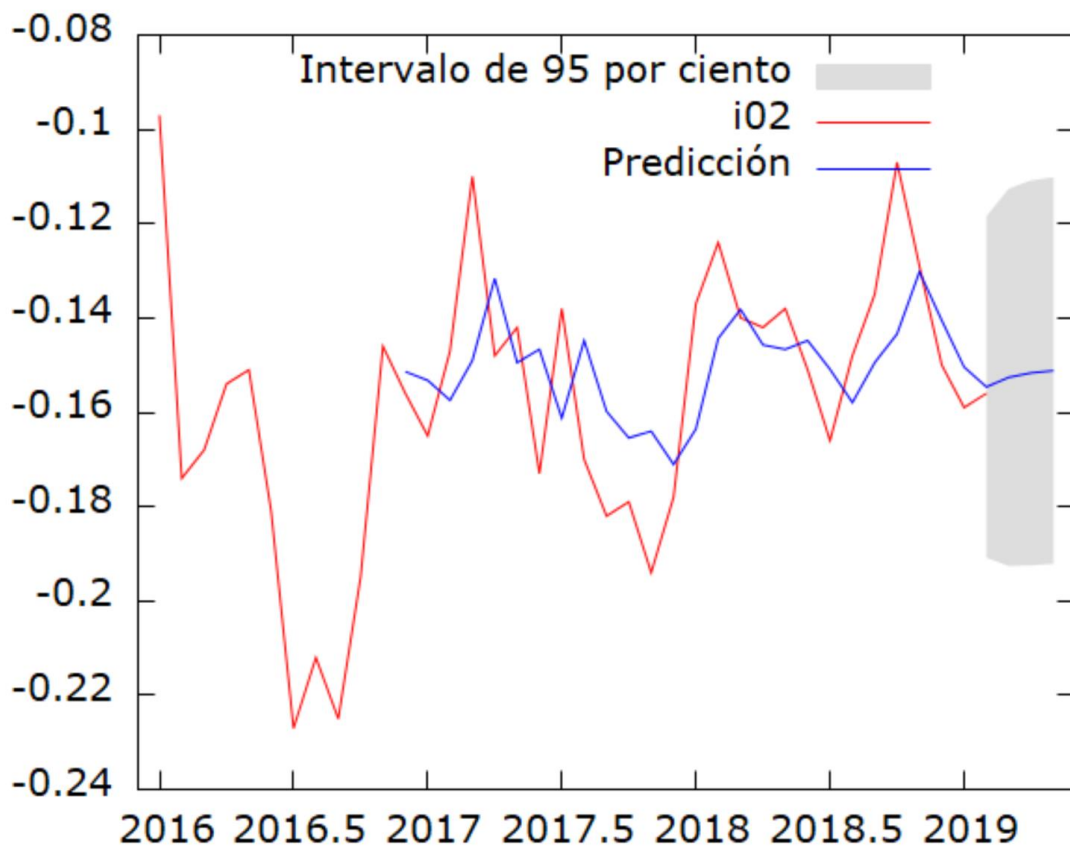


Fuente: elaboración propia

Bajo este nivel de confianza, se puede afirmar que, por ejemplo, en marzo de 2019 el tipo base a un año tomará como máximo un valor de -0,282% y como mínimo será de -0,305,

siendo su desviación típica por tanto de 0,0057. Dado que el valor del swap depende en última instancia del valor que tomen estos tipos ($F_t = f(i_{0,1}, i_{0,2})$) la predicción de sus movimientos en un marco temporal determinado llevará a la estimación de su valor y de la máxima pérdida bajo un nivel de confianza del 97,5% en este caso. Realizando de la misma forma la predicción en el caso del tipo base para calcular el tipo IRS a dos años se obtiene un área de pérdida que abarca la zona sombreada que se muestra en el gráfico que sigue:

Ilustración 16: Predicción de fluctuaciones del tipo base para calcular el tipo IRS a dos años



Fuente: elaboración propia

De esta forma, una vez realizada la predicción de los valores que tomarán los tipos de interés de los cuales depende el valor de la permuta, se puede obtener su valor para el caso de que los **tipos cupón cero** tomen los valores **máximos o mínimos** en el marco temporal y bajo el nivel de confianza escogidos, llegando de esta forma a la máxima pérdida del swap para cada parte contratante. Sustituyendo en la valoración del swap, en

cada caso, los valores mínimos del tipo que corresponda, se llega al mínimo valor del mismo y, por tanto, a la máxima pérdida para una posición larga. Siendo el $F_0 = -0,156\%$, los tipos swap que recogen estos valores mínimos para cada una de las fechas se calculan estableciendo la condición de que los flujos variables obtenidos con los valores mínimos de los tipos de interés futuros implícitos en la curva cupón cero igualen el valor actual de los f. De esta forma se obtienen los tipos IRS a dos años que recogen esta pérdida máxima en cada uno de los meses objeto de observación.

Por tanto, siguiendo este método de los tipos implícitos, se obtienen los siguientes tipos swaps para cada fecha, la predicción de un mes hace referencia a marzo de 2019, la de dos meses a abril del mismo año, y la de tres meses a mayo.

Tabla 3: Ejemplo. Tipos swap para valores mínimos de los tipos base.

| Tipos swap | Al 95% | Al 97,5% | Al 99% |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| Un mes | -0,18289% | -0,19289% | -0,19489% |
| Dos meses | -0,18488% | -0,19188% | -0,19888% |
| Tres meses | -0,18489% | -0,19188% | -0,19889% |

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en la tabla cómo a medida que **incrementa el nivel de confianza**, el VaR o la **pérdida máxima** que se puede dar es **mayor**, siendo menor el tipo swap en cada uno de los plazos observados. A medida que el nivel de confianza es mayor, más se aleja el valor mínimo del valor inicial calculado y, por tanto, mayor es la pérdida que se obtiene. Esto es porque se incluye una mayor parte de las posibles variaciones de los tipos de interés, por lo que cuanto más conservador sea el que aplique dicha medida, mayor nivel de confianza implementará en la misma. De esta forma, si se realiza una comparación entre el valor inicial de la permuta, escogiendo como referencia el tipo swap calculado inicialmente y se calcula la diferencia entre este y los tipos swaps correspondientes a los valores mínimos que toman los tipos base bajo un determinado nivel de confianza y en un horizonte temporal establecidos, se obtendría el valor expuesto al riesgo de tipos de interés. Se muestra, una tabla que recoge esta pérdida máxima para cada uno de los niveles de confianza señalados anteriormente y para cada uno de los

horizontes temporales: uno, dos y tres meses. Aplicando dicho tipo a un notional de 100 millones de euros, se obtendrían las siguientes **pérdidas en unidades monetarias**, para el que tomase una posición larga en este instrumento financiero:

Tabla 4: Ejemplo. VaR en unidades monetarias.

| VaR en € | Al 95% | Al 97,5% | Al 99% |
|------------|--------------|--------------|--------------|
| Un mes | -27.043,79 € | -37.045,51 € | -39.044,39 € |
| Dos meses | -29.037,02 € | -36.037,41 € | -43.037,16 € |
| Tres meses | -29.038,88 € | -36.038,38 € | -43.039,15 € |

Fuente: elaboración propia.

Con la expresión de las pérdidas en unidades monetarias se facilita a un inversor poco cualificado la comprensión del riesgo que asume cuando toma una determinada posición en los mercados de swaps, pues son productos complejos que pueden derivar en pérdidas importantes. En otros casos, al hablar en términos de volatilidad no se infiere con la misma claridad las pérdidas a las que está expuesto.

5. CONCLUSIÓN

El análisis y la **gestión del riesgo** es una tarea clave, si no la más importante, a la hora de adoptar una determinada posición en los mercados financieros. Hemos sido testigos a lo largo de la historia de múltiples eventos y perjuicios que han sido ocasionados principalmente debido a la ignorancia de inversores cualificados y, sobre todo, no cualificados, sobre los riesgos a los que verdaderamente se estaban exponiendo al invertir en un determinado activo.

Es de capital importancia, tal y como se ha expuesto al comienzo del trabajo, que quien quiere entrar en el mercado, quien quiere invertir en una determinada posición o quienes deban velar por la seguridad financiera de su entidad, lleguen a comprender el riesgo que están tomando al sostener una determinada posición, y es por ello que surgen medidas como la estudiada. Además, para un inversor poco cualificado, de los que habla la normativa MiFID y sobre todo para productos complejos como son los swaps, esta herramienta cobra mayor relevancia.

Se han desarrollado múltiples herramientas para la medición del riesgo financiero, pero el **VaR** ha destacado por ser de **gran utilidad** por su simplicidad en el cálculo y su sencilla comprensión, principalmente para aquellos inversores menos cualificados que invierten en productos complejos como los swaps sobre los que no llegan a tener un conocimiento completo, llevando a situaciones catastróficas como la que hubo a raíz de la bajada de tipos de interés en que muchos contrataban estos productos con el único fin de cubrirse ante el riesgo de tipos de interés asociado con los préstamos hipotecarios, pero que derivó en múltiples pérdidas para estos clientes.

El VaR, por tanto, es una medida de gran sencillez y muy útil para los altos directivos de entidades ya que es capaz de reunir en **una sola cifra o porcentaje** la máxima pérdida a la que se enfrenta la empresa, resumiendo en un solo número todas las posibles fuentes de riesgo de la posición financiera de la misma. Esta medida es aplicable a una posición global en la que se incluyen distintos tipos de instrumentos financieros ya que analiza el factor de riesgo en sí mismo y no el activo como tal; en este trabajo, por ejemplo, se observa que la pérdida máxima que se da en un contrato de permuta depende, en última instancia, de las fluctuaciones en los tipos de interés y de la sensibilidad del valor del activo ante dichas variaciones.

Sin embargo, esta herramienta también presenta sus **inconvenientes**, ya que estudios empíricos han demostrado que, en la mayoría de los casos, las series financieras no cumplen con la hipótesis de normalidad de la que parte el método paramétrico, lo que deriva en una subestimación por parte del VaR de la pérdida máxima a la que se enfrenta realmente el inversor o entidad. Es por ello, que en caso de que la serie concreta no siga una distribución normal, deben plantearse teorías alternativas como son la Teoría del Valor Extremo o el *Expected Shortfall*, que miden el riesgo que se da ante estas **situaciones extremas de mercado**, que son más frecuentes de los que algunos piensan y que, además, son las situaciones que llevan a aquellas circunstancias catastróficas y crisis financieras. Muchos inversores se defienden argumentando que estas son imprevisibles, mientras que otros intelectuales como Taleb han centrado sus esfuerzos en el estudio de estos “Cisnes Negros” o rarezas que se dan fuera de las expectativas normales, por la importancia de la magnitud de las pérdidas (o ganancias, si se aprovechan de ellas) en estos casos⁸⁹.

Es por ello que a la hora de analizar el riesgo de una determinada posición o cartera de activos, en mi opinión, el VaR resulta de gran utilidad gracias a su sencillez en el cálculo, pero también es necesario **complementarla** con otras medidas que tengan en cuenta aquellas pérdidas que se puedan dar fuera de las expectativas normales de mercado, así resultaría de gran utilidad la observación del VaR bajo un nivel de confianza del 95%, unido a un *Expected Shortfall* que muestre las pérdidas que pueden darse en el 5% restante, para tener una visión más completa del riesgo que se asume. No obstante, este trabajo se ha centrado en esta primera medida, pues un buen desarrollo teórico y práctico de las restantes herramientas complementarias que mejoran la medida de riesgo resulta incompatible con la extensión del estudio que se desarrolla.

Por último, recordar la importancia de tener en cuenta, **tomar conciencia** de que hay situaciones que escapan a nuestras expectativas, son aquellos que son conscientes de la existencia de estos “**Cisnes Negros**”, los que tienen en cuenta aquellos errores de predicción a los que la mente humana se encuentra sometida, los que “generalmente” tienen una mayor probabilidad de éxito. He aquí la importancia de seguir desarrollando y perfeccionando las medidas de riesgo de los instrumentos financieros y de que los asesores hagan llegar esta información a los que entran en una posición determinada sin ser conscientes del verdadero riesgo que toman, incluso de aquel que inesperado que

⁸⁹ Taleb, N., *Fooled by Randomness*, 2ª edición, Random House, 2016, Nueva York.

escapa a nuestra mente, una máquina de explicación manejada por los eventos pasados. Así, tal y como mantiene Taleb, hay que ser conscientes del riesgo y centrar gran parte del esfuerzo de inversión en analizar y gestionarlo ya que: “*Traders come and go. Risk managers are here to stay*”⁹⁰.”

⁹⁰ *Fooled by Randomness*, “cit.”, p.40.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, S., *Financial Risk Management*, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- Banco de España, “Informes de Reclamaciones Favorables al Reclamante”, *Memoria del Servicio de Reclamaciones*, Edición electrónica BdE, 2008.
- Baz, S., “La problemática de los swaps o contratos de permuta financiera”, *Nº8 Revista CESCO de Derecho de Consumo*, 2013 (disponible en: <http://www.revista.uclm.es/index.php/cesco>; última consulta: 10/03/2019).
- BIS, Global OTC Derivatives Market, 2018 (disponible en: https://www.bis.org/statistics/d5_1.pdf; última consulta: 02/01/2019).
- Cabedo, J. D., Reverte, J. A., y Tirado, J. M., “Cálculo del VaR en los derivados de crédito: credit default swap”, *El comportamiento de la empresa ante entornos dinámicos, XIX Congreso anual y XV Congreso Hispano Francés de AEDEM*, vol. I, 2007.
- Calvo J. y Pérez J., *Instrumentos financieros. Análisis y valoración con una perspectiva bancaria y de información financiera internacional*, Edición Pirámide, Madrid, 2006.
- Campuzano, A., *Los mercados financieros*, 2ª edición, Tirant lo Blanch, Valencia, 2017.
- Cardozo, P., “Valor en riesgo de los activos financieros colombianos aplicando la teoría de valor extremo”, *Tesis de Maestría en Economía*, Universidad de los Andes, Bogotá D.C., 2004.
- Cazorla, L., *El contrato de swap o permuta financiera*, en “Estudios jurídicos sobre derivados financieros” (obra colectiva), Civitas, 2013.
- Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, “Basilea III: Marco regulador global para reforzar los bancos y sistemas bancarios”, Banco de Pagos Internacionales, 2010 (disponible en: https://www.bis.org/publ/bcbs189_es.pdf; última consulta: 05/03/2019).
- “¿Cómo nace EMIR?”, *Boletín Internacional CNMV*, 2018 (disponible en: http://www.boletininternacionalcnmv.es/ficha.php?jera_id=&cont_id=183; última consulta: 26/02/19).
- Cosín, Rafael., *Fiscalidad de los precios de transferencia*, Valencia, CISS, 2007, p. 106.
- Cots, P., “Introducción a los swaps: Definición, tipos y ejemplos”, *Rankia Blog. Cómo comenzar a invertir en bolsa*, 2016 (disponible en: <https://www.rankia.mx/blog/como-comenzar-invertir-bolsa/3367095-introduccion-swaps-definicion-tipos-ejemplos> ; última consulta: 11/02/2019).
- De Lara Haro, A., *Medición y control de riesgos financieros*, Editorial Limusa, 2005, *Conceptos Básicos del Modelo de Valor en Riesgo*.
- De La Torre, A., *Operaciones de permuta financiera (Swaps)*, Editorial Ariel Economía, 1996.
- Diez de Castro, L. y Mascareñas, J., *Ingeniería Financiera*, McGraw-Hill, Madrid, 1991.
- Directiva 2000/12/CE Del Parlamento Europeo Y Del Consejo de 20 de marzo de 2000 relativa al acceso a la actividad de las entidades de crédito y a su ejercicio.
- Figuerola, N., “Valor en Riesgo en los Proyectos (VaR)”, Wordpress, 2015 (disponible en: <https://articulospm.files.wordpress.com/2015/02/value-at-risk.pdf>; última consulta: 17/11/2018).

- García, F., Pérez, J. y Vilariño, A., *Derivados. Valor razonable y contabilidad. Teoría y casos prácticos.*, Pearson Educación,S.A., Madrid, 2008.
- Gómez, R., “Swaps de Tipos de Interés (IRS)”, *Eumed.net. Biblioteca de Economía y Enciclopedia Multimedia Interactiva de Economía*, 2018 (disponible en: <http://www.eumed.net/cursecon/cursos/mmff/swaps-int.htm>; última consulta: 7/12/2018).
- González, J., “Organización de los mercados de derivados y las cámaras de contrapartida central”, Monografía nº35, *Publicaciones CNMV*, 2009 (disponible en: http://www.cnmv.es/DocPortal/GUIAS_Perfil; última consulta: 19/02/2019).
- Holton, G., “Value at Risk. Theory and Practice”, (e-book), 2014 (disponible en: <https://www.value-at-risk.net/history-of-value-at-risk>; última consulta: 23/12/2018).
- Hull, J., *Fundamentals of futures and options markets*, 8ª edición, Pearson, Toronto, 2014.
- Hull, J., *Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones*, 2ªedición, Prentice Hall, Inc., 1999.
- Hull, J., *Risk Management and Financial Institutions*, 3ªedición, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2012.
- ISDA, “SwapsInfo Full Year 2017 and Fourth Quarter 2017 Review.”, 2018 (disponible en: <https://www.isda.org/category/research/swapsinfo/>; última consulta 08/11/2018).
- Jaureguizar, M., “Un análisis de las medidas estándar del Valor en Riesgo (VaR).”, Universidad Rey Juan Carlos, 2009 (disponible en: <https://www.researchgate.net>; última consulta: 04/12/2019).
- Jorion, P. *Financial Risk Manager Handbook*, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- Jorion, P., *Valor en riesgo: el nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados*, Editorial Limusa, 2000.
- Lamothe, P., *Opciones financieras y productos estructurados*, 2ª edición, Mc GrawHill, Madrid, 2003.
- Lamothe, P. y Soler, J., *Swaps y otros derivados OTC en tipos de interés*, McGraw-Hill, Madrid, 1996.
- Ley 24/1988, de 28 de julio, del Mercado de Valores (BOE 29 de Julio de 1988).
- López, I., “Instrumentos de Cobertura de Riesgos (VIII). Los Swaps de Divisas (Currency Swaps)”, *Manager. Business Magazine*, 2006 (disponible en: https://www.researchgate.net/publication/236624122_Instrumentos_de_cobertura_de_riesgos_VIII_los_swaps_de_divisas; última consulta: 11/03/2019).
- Lorbés, P., “Contrato de SWAP: Regulación general y análisis de los contratos ISDA 2002”, *Legal Today. Por y Para Abogados*, 2009 (disponible en <http://www.legaltoday.com/practica-juridica/mercantil/bancario/contrato-de-swap-regulacion-general-y-analisis-de-los-contratos-isda-2002> ; última consulta: 11/02/19).
- “Los swaps como instrumento de cobertura”, Máster de Contabilidad y Gestión de Riesgos, Universidad de Valencia, 2008 (disponible en: <https://www.uv.es/gaspar/mriesgo/Swi.pdf>; última consulta: 17/02/19)

- Mascareñas, J., “Mercado de Derivados Financieros: Swaps.” (e-book), 2017 (disponible en: <http://www.juanmascarenas.eu/mercfin.htm>; última consulta: 10/11/2018).
- Mascareñas, J., “Principios de Finanzas”, Monografías de Juan Mascareñas sobre Finanzas Corporativas, 2007 (disponible en: <http://www.juanmascarenas.eu/monograf.htm>; última consulta: 05/01/2019).
- Melo, L. y Reinaldo, O., “Medidas de riesgo, características y técnicas de medición: una aplicación del VaR y el ES a la tasa interbancaria de Colombia”, *Banco de la República I Colombia*, 2005 (disponible en: <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/pdfs/borra343.pdf>; última visita: 07/04/2019).
- “Mercados. MiFID II-MiFIR”, *Sección del inversor*, CNMV (disponible en: http://www.cnmv.es/Portal/MiFIDII_MiFIR/MiFID-Infraestructura-Mercados.aspx; última consulta: 11/03/2019).
- Morgan, J.P. y Reuters, *Riskmetrics - Technical Document*, 1996, 4ª edición, Nueva York.
- Sánchez, J., “Aversión al riesgo - Definición, qué es y concepto”, 2018 (disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/aversion-al-riesgo.html>; última consulta: 24/11/2018).
- Norma Internacional de Contabilidad N° 32 (NIC 32), IASCF, enero 2006.
- “Productos financieros complejos Derivados, swaps y estructurados”, Compas Concursal (disponible en: http://www.compasconcursal.com/p_default/files/Presentaci%C3%B3n%20swaps%2010.pdf ; última consulta: 12/02/2019).
- Rodríguez, J., “Swaps de tipos de interés. Valoración y su influencia en las operaciones bancarias.”, *Jueves de la facultad*, Universidad de La Rioja, 2011 (disponible en: https://www.unirioja.es/facultades_escuelas/fce/jueves%20de%20la%20facultad/swap_euro2011.pdf; última visita:19/03/2019).
- Rossell I Piedrafita, C., *Aspectos jurídicos del contrato internacional de swap*, 1ª edición, Bosch, Barcelona, 1999, pp. 187-188.
- Taleb, N., *Foiled by Randomness*, 2ª edición, Random House, 2016, Nueva York.
- Vega Vega, J., *El contrato de permuta financiera (swap)*, Aranzadi, Navarra, 2002.
- “Working paper on the regulatory treatment of operational risk”, *Comité de Supervisión Bancaria de Basilea*, 2001.
- Zamorano, S., “El contrato de swap como instrumento financiero derivado”, *Publicaciones del Real Colegio de España*, Bolonia, 2003.