

# Credit Valuation Adjustment

## Medición del Riesgo de Contrapartida

Autor

Alejandro Gómez Navas

Director

D. Juan Ayora Aleixandre



## Abstract

Este trabajo de fin de máster se encuadra dentro de la gestión proactiva del riesgo de contrapartida generado por los derivados OTC. Dentro de este extenso campo, nos centramos en la medida de este riesgo a través del CVA. El CVA es un concepto que introduce Basilea III, normativa principal para la regulación del capital de las instituciones financieras. A lo largo del trabajo nos inmiscuiremos en la normativa desarrollada relativa la inclusión del CVA en la gestión del riesgo de contrapartida en las instituciones financieras, analizando Basilea III, la directiva IV de la Unión Europea o la IFRS 13. Este análisis nos permitirá entender el orden de magnitud de esta nueva normativa que se ha puesto en funcionamiento recientemente.

Tras estos pasos, haremos un ejercicio de aproximación a lo que sería el cálculo del CVA para un forward OTC de una entidad financiera con otra contraparte similar. En esta parte haremos uso de teorías y modelos matemáticos recurrentes en la historia de las finanzas así como de la simulación Montecarlo.

Para finalizar, trataremos de dar sentido económico a las posibles lecturas que pueden tener los resultados obtenidos de las simulaciones así como de la repercusión que tendrá en el futuro la nueva espiral regulatoria en la que llevamos inmersos en los últimos cuatro años.

Palabras Clave: Basilea III, CRR 575, Riesgo de Contrapartida, CVA, Credit Value Adjustment, Derivado OTC, Cámara Central de Compensación

## Índice

1.- Introducción.....	4
2.- Objetivos.....	6
3.- Metodología.....	7
4.- Derivados.....	9
5.- Regulación.....	11
5.1.- Basilea II.....	12
5.2.- Basilea III.....	13
5.3.- CRD IV y CRR 575/2013.....	14
5.4.- IFRS 13 - NIIF 13.....	15
5.5.- Estándares técnicos EBA.....	21
5.6.- EMIR.....	25
6.- Reglamento 575/2013.....	26
7.- Modelos y teorías subyacentes.....	37
8.- Aplicación práctica.....	42
8.1.- Método Avanzado.....	42
8.2.-Método Estándar.....	46
9.- Implicaciones del cálculo de CVA en la gestión del capital	49
10.- Otras medidas de gestión del riesgo de contrapartida.....	51
11.- Conclusiones.....	51
12.- Anexos.....	54
13.- Referencias Bibliográficas.....	58

## 1.- Introducción

Para empezar, vamos a dar dos definiciones del riesgo de contraparte que se complementan y que nos va a permitir tener una idea más certera acerca de la temática analizada a lo largo del trabajo.

*"riesgo de crédito de contraparte»: riesgo de que la contraparte en una operación pueda incurrir en incumplimiento antes de la liquidación definitiva de los flujos de caja de esa operación" <sup>1</sup>*

*"El riesgo de contrapartida es una modalidad del riesgo de crédito y tiene como característica definitoria el que la exposición es esencialmente aleatoria y depende de factores de mercado. Es un riesgo derivado de contratos financieros que, según evolucionen las variables de mercado subyacentes, cobrará un valor positivo, negativo o nulo"<sup>2</sup>.*

El riesgo contrapartida, siendo una tipología de riesgo de crédito importante, siempre había carecido de la atención que merecía.

En un mundo en el que la financiación era de fácil acceso y bajo coste, éste riesgo ha permanecido muy en la sombra años atrás. Este riesgo no es más que la probabilidad de que al vencimiento de un derivado u otro tipo de activo financiero, una de las partes involucradas en la operación no haga frente a sus obligaciones. Tras la caída de Lehman Brothers y por consiguiente la total ruptura de los canales de financiación interbancarios, el riesgo de crédito se incrementó hasta niveles históricos, acentuándose la rápida expansión del riesgo de contrapartida generado por los derivados OTC vigentes en el mercado. Estos fallos y la poca respuesta regulatoria existente en ese momento provocaron los millonarios rescates que los ciudadanos hicieron al sistema financiero.

Las posiciones que mantenían muchos bancos con contrapartidas que no estaban reflejadas en sus balances sumaban una cantidad ingente de dinero y si a esto le sumamos la desconfianza reinante en los mercados, hizo inevitable el colapso de numerosas entidades que sin la ayuda estatal se hubieran visto abocadas a la bancarrota.

---

<sup>1</sup> Art. 2, 11 Reglamento N° 648/2012

<sup>2</sup> Francisco Gil y Francisco Manzano

Se achaca pues, que la normativa regulatoria vigente hasta entonces no contara con mecanismos de medición del riesgo de contrapartida que podía existir en el sistema. Este riesgo se genera a partir de relaciones bilaterales, sin que medie ninguna otra institución. Son negociaciones privadas que acuerdan dos entes, bien sean jurídicos o físicos y que se materializan en la comercialización de distintos instrumentos financieros. Este mercado es denominado over the counter (OTC) y representa una gran parte de las operaciones que las entidades bancarias realizan a diario. En este mercado, las transacciones que se realizan son a medida del cliente que las solicita y por esto, se torna tan difícil de normalizar y regular. Así, es cuando entramos a valorar este tipo de activos financieros dónde el riesgo de contrapartida se hace relevante.

Para evitar errores del pasado, Basilea III, estandarte de la nueva normativa bancaria en términos de capital y liquidez, incluye un concepto bastante novedoso debido a que anteriormente no había sido utilizado conocido como el "Credit Value Adjustment" (CVA) regulatorio. El CVA se utiliza como medida para calcular la probabilidad de default de las exposiciones que una entidad tiene en derivados OTC y que por lo tanto no pasan por una cámara de compensación. El ajuste, calculado con métodos matemáticos que desarrollaremos a lo largo del documento, minorará el valor de mercado del derivado. Esta minoración será la medición del descrito ya como crédito contraparte.

Algo muy importante y a tener en cuenta es que tenemos que diferenciar entre dos tipologías de CVA como son el CVA regulatorio y el CVA de gestión.

El CVA regulatorio es el que marca la norma y del que se derivan las exigencias de capital necesarias por la presencia en el balance de las institución de ciertos tipos de derivados financieros.

El CVA de gestión se explica más desde la óptica de la institución que ha de buscar una forma de medir el riesgo de contrapartida generado por los derivados OTC a partir de sus modelos internos o a través del modelo estándar que replica un VaR paramétrico.

## 2.- Objetivos

Escoger un tema en el que basar el trabajo de fin de máster no ha sido fácil debido a la gran cantidad de temáticas que a día de hoy, en un mundo financiero tan dinámico, podemos escoger. El rango de elección en el que he me encontrado ha sido muy variado y debido a que en general, la mayoría de áreas estudiadas a lo largo del máster han sido de mi agrado, el descubrimiento de campos como las finanzas cuantitativas y la gestión de riesgos me han permitido decantarme de forma decidida por encuadrar mi trabajo final en éstas áreas. Además, del conocimiento de éstas áreas, he de hacer mención especial a los profesionales que me han ayudado a saber con certeza que mi área de desarrollo gira entorno a los citados campos.

Centrar mi trabajo en una de las novedades que incorpora Basilea III significa para mi persona un reto de grandes dimensiones ya que implica enfrentarme a un avance, dentro del marco regulatorio bancario global, poco analizado hasta la actualidad y por esto, investigar las posibles consecuencias de esta nueva norma en la gestión del riesgo bancario en el futuro tiene un atractivo esencial para mí. Además, otro de los acicates principales que me llevan a encuadrar el trabajo en el área de riesgos y finanzas cuantitativas es poder poner en valor los conocimientos adquiridos a lo largo del master y poder ahondar en ellos permitiéndome así alcanzar una mayor dimensión en estos ámbitos.

Para terminar, no es menos importante saber que el mercado laboral demanda profesionales con conocimientos técnicos en el área de riesgos en estos momentos, en los que se están produciendo cambios constantes en la forma de gestionar el riesgo y cuando se están implementando nuevas medidas del riesgo que complementan a las ya existentes hasta la fecha.

Son estas las razones que, a grandes rasgos, me motivan a dedicar horas de trabajo en estos campos de la investigación académica y espero alcanzar con ello todos los objetivos académicos y personales que me he fijado.

### 3.- Metodología

Para acometer el trabajo que propongo es necesario marcar las directrices que guiarán la comprensión y entendimiento de la hipótesis de partida propuesta. Para ello, es necesario explicar la metodología que va a ser utilizada a lo largo del trabajo, así como las herramientas que de las que vamos a hacer uso.

Ante todo, la base principal del trabajo será la regulación que se deriva de las nuevas normativas tanto internacionales como sus homólogas transposiciones al ámbito normativo nacional.

La normativa a la que mayor referencia haremos será Basilea III por ser la que introduce en el pilar I la obligación de aplicar la medición del riesgo de contrapartida, ya que éste ya se definía en Basilea II, por parte de las grandes corporaciones bancarias para sus posiciones en derivados del mercado OTC. Para realizar esta medición existen una diversidad de métodos que iremos nombrando y explicando en detalle pero nuestro objetivo será centrarnos en uno de ellos, el método llamado Credit Value Adjustment (CVA en adelante).

En el cálculo de este modelo existen 2 variables fundamentales a calcular y que tomarán gran parte de nuestros esfuerzos que son el LGD (loss given default) y el EE (expected exposure).

Aun así, para explicar de forma más clara la realización del trabajo, tendremos que centrarnos en la explicación de la normativa en la que se recoge todo lo referente a la medición del riesgo de contrapartida. La normativa principal en la que nos basaremos será el reglamento que regula los requerimientos de capital para las instituciones bancarias que emana del nuevo marco regulatorio impuesto por Basilea III. Este reglamento se conoce como CRR 575/2013 que a su vez se deriva de la CRD IV package que es la directiva que incorpora en la unión europea los efectos de Basilea III. Así podríamos definir el marco en el que nos vamos a mover para la extracción de la información necesaria relativa a la normativa. Este trabajo cuenta con un alto volumen de información regulatoria por lo que será importante desgranar bien esta información para permitir un entendimiento claro y sin ambigüedades.

Además, será importante explicar las variables de mercado que vamos a utilizar y describir su funcionamiento para que podamos entender el porqué de la existencia de tanto desarrollo regulatorio. Nos adentraremos en la explicación de ciertos tipos de derivados y estructuras de mercados que existen para mitigar ciertos riesgos.

En una segunda parte del trabajo, la idea es llevar a la práctica toda la parte regulatoria y de mercado para aplicar el CVA de gestión a una tipología de derivado concreta y simular así lo que sería el proceso dentro de una entidad bancaria en la valoración y medición de este riesgo. Para ello realizaremos el análisis a través del IMM propuesto en la norma y que se detalla en los estándares técnicos de la EBA. En este análisis realizamos una simulación Montecarlo para el cálculo de las posibles trayectorias que pueden alcanzar el valor del derivado y haremos uso de variables tales como CDS spreads y ratings de las contrapartes que nos permitirán acotar dicho riesgo.

A continuación vamos a mostrar la lista de derivados a los que el artículo 271 del CRR 575/2013 hace referencia para la medición del riesgo de contrapartida.

1.- Derivados de tipos de interés

Swap de divisas

Basis Swap

Forward Rate Agreement (FRA)

Futuros de tipos de interés

Opciones sobre tipos de interés

Otros de similar naturaleza

2.- Derivados de divisas y relativos al oro

Swaps tipos de interés con distintas divisas

Contratos Forward sobre divisas

Futuros sobre divisas

Opciones sobre divisas

Otros de similar naturaleza o relativos al oro



#### 4.- Derivados

Antes de comenzar a desgranar las variables regulatorias del trabajo, es conveniente realizar una breve incursión sobre las variables de mercado que vamos a ir estudiando a lo largo del trabajo. El trabajo se centra en el análisis de algunos de los riesgos que comportan la operativa con derivados en la economía en general. A partir de ahí, se pondrá el foco en ver cómo se trata este riesgo desde el punto de vista de una institución financiera y cómo pasa a gestionarse a partir de la crisis financiera.

Los derivados son contratos que representan acuerdos para realizar pagos, comprar o vender un subyacente específico en un tiempo futuro. El futuro se puede traducir en unas semanas, meses o años. El valor de un derivado fluctúa dependiendo del valor de mercado de uno o más activos o índices así como posibles decisiones tomadas por alguna de las partes del contrato. Por esto, el valor de un derivado dependerá de distintas variables. En muchas ocasiones el valor del derivado en el momento de concretarse la operación es cero para las dos contrapartes involucradas en el contrato.

Los derivados no son una innovación financiera reciente ya que desde tiempos medievales se han venido usando contratos de futuros en Europa. Lo que si es cierto es que en las tres últimas décadas, la complejidad alcanzada por los productos y mercados de derivados se ha multiplicado. Una de las principales ventajas que conlleva el uso de derivados es su capacidad como herramienta de cobertura, permitiendo eliminar riesgos como pueden ser el riesgo de divisa para una compañía que obtiene sus ingresos en distintas divisas o cubrir el riesgo de tipos de interés para una familia a la hora de solicitar un préstamo. Es por esto que un derivado puede ayudar a eliminar incertidumbre en ciertos aspectos de la economía de las empresas y familias.

En cierto modo, un derivado no dista mucho de algunos instrumentos monetarios. La diferencia radica en la posibilidad que dan de tomar determinadas posiciones de una forma sintética. Un derivado te permite reducir la exposición a algún tipo de activo sin tener que vender necesariamente dicho activo.

## Derivados OTC

Dentro del mundo de los derivados, muchas de las operaciones más simples se realizan a través de mercados organizados. Los mercados organizados cuentan con la ventaja de facilitar la liquidez y por consiguiente se posibilita deshacer posiciones con mayor facilidad. Un mercado organizado permite también mitigar todo lo concerniente al riesgo de contrapartida ya que el impago de uno de los miembros del mercado se absorbe por el resto de los miembros de dicho mercado. Los productos que se intercambian en dicho mercado han de ser estandarizados para poder hacer posible la liquidez antes mencionada y dar transparencia a las operaciones.

Al otro lado de los mercados organizados se encuentran los mercados "Over The Counter". Estos mercados tienden a tener estructuras mucho menos estandarizadas y la operativa se realiza de forma bilateral entre dos partes. Además, los contratos que se realizan son de carácter privado y no están protegidos ni salvaguardados por ningún tipo de institución gubernamental ni programa de protección de activos. En este caso, las partes sí que incurren en el llamado riesgo de crédito de contrapartida, tema nuclear del trabajo. Este riesgo es inevitable siempre que se forma parte de una operación de derivados en mercados OTC. Esta característica de este mercado tiende a crear cierta correlación entre las contrapartes como ocurre en el mercado interbancario.

El mercado de derivados OTC de tipos de interés es el más importante alcanzando un volumen de 284 trillones de dólares en el año 1995. Los derivados sobre divisas, renta variable y materias primas también son importantes por volumen. Otros derivados que han tomado relevancia en los últimos años son los derivados de crédito (CDS) que han alcanzado una relevancia mayor que las operaciones con bonos. Así vemos que el mercado de derivados ha crecido exponencialmente en las últimas décadas ofreciendo oportunidades para la gestión del riesgo y la innovación financiera, que son clave para el crecimiento económico.

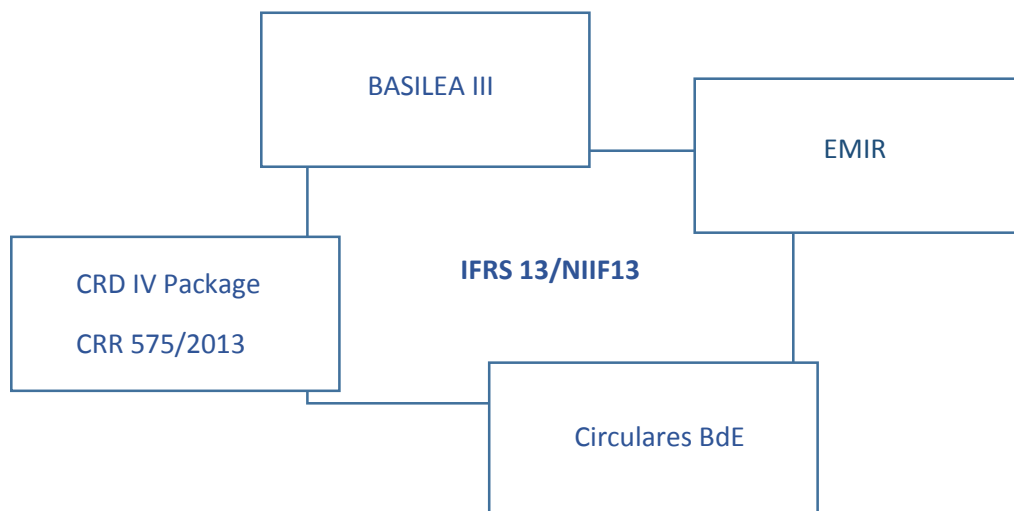
Hasta ahora hemos descrito algunas de las bondades del uso de los derivados pero algunas de las operaciones que se realizan con éstos se consideran a diario como no aceptables socialmente. Los derivados permiten realizar arbitraje regulatorio, cambiar la imposición de algunas operaciones o

determinar la distinta naturaleza contable de un hecho determinado. También son usados los derivados para realizar operaciones beneficiosas para el encargado de diseñarlo no siendo tan beneficiosa para el usuario final del producto.

Los derivados, en la mayoría de los casos requieren realizar pagos desembolsos mínimos o incluso no es necesario hacer ningún tipo de pago por lo que conllevan un alto apalancamiento. Esto puede provocar situaciones en las que puedas tener una exposición muy grande sin haber realizado ningún desembolso. Esta característica de los derivados favorece la especulación con determinados productos por lo que conlleva unos riesgos importantes, lo que hace necesaria la intervención de los reguladores limitando la capacidad de apalancamiento. Por este motivo, los derivados han contado con una opinión pública muy desfavorable y han sido puestos en el punto de mira de la opinión pública por causar problemas en los mercados financieros. Las opiniones son variadas en torno a este tema pero no es la cuestión a resolver en este trabajo.

Con esta descripción sobre los derivados y sus funciones en los mercados financieros podemos pasar a conocer la regulación que se ha desarrollado a partir de la crisis financiera causada en parte por el florecimiento de productos con estructuras de derivados complejas.

## 5.- Regulación



A lo largo de la historia, la regulación siempre ha formado parte de la historia de los mercados financieros. A comienzos del siglo 20, la regulación empieza a crecer dado el incipiente desarrollo del comercio. La inversión estaba cerrada a aquellos inversores que contaban con más recursos por lo que eran los únicos capacitados para poder comprar acciones de empresas que cotizaban en las bolsas más importantes o comprar deuda en forma de bonos bancarios. Se consideraba que estas personas estaban capacitadas para poder gestionar sus propios riesgos ya que contaban con una riqueza considerable. El problema surge cuando se denota que un nivel de fraude muy alto que ahuyenta a los posibles inversores ocasionales.

Ante el rápido crecimiento de los mercados financieros en los Estados Unidos y la transformación de una economía cada vez más grande, el gobierno estadounidense pasa a considerar este hecho como una de sus preocupaciones más importantes. A su vez, la inversión se multiplicó rápidamente a la par que la población empezaba a disponer de mayores ingresos, por lo que era necesario encontrar qué hacer con el dinero. Las primeras leyes que buscaban proteger a estos inversores de empresas sin escrúpulos que trataban de vender cualquier tipo de activo financiero sin valor alguno fueron la "Blue Sky Laws" que vieron la luz en Kansas en 1911. Estas leyes constituían una base simple sobre la cual las empresas debían emitir un folleto que explicara ciertas características de los productos que se comercializaban.

Como vemos, estos primeros pasos regulatorios no distan mucho de los que se han dado un siglo después tras la época de desregulación financiera que precede cada crisis financiera. Ahora nos centraremos en las normas que nos irán llevando al concepto de CVA

#### 5.1.- Basilea II

Basilea II se publica en Junio 2004 con la consigna de crear un estándar internacional que permitiera a los reguladores internacionales controlar cuánto capital necesita una institución financiera para poder afrontar todo tipo de riesgos inherentes al negocio en su trabajo diario.

Basilea II constituye la segunda ronda de recomendaciones del Comité de Basilea y de forma contraria al primer acuerdo, Basilea I, centrado principalmente en el riesgo de crédito, este segundo acuerdo fue más allá ampliando el espectro de riesgo de las entidades bancarias. Basilea II busca además, integrar las normativas de capital de Basilea en las

regulaciones nacionales, fijando un requerimiento mínimo de capital a las instituciones financieras para asegurar que dicha institución tiene una estructura de capital de acuerdo a la exposición de riesgos que el banco posee debido a su política de préstamos e inversión.

El principal escollo que se encuentra la implantación de Basilea en estas regulaciones nacionales es político, ya que las normas supranacionales en esta época no estaban tan socialmente aceptadas como lo están a día de hoy. Por esto, el avance fue muy lento en los años anteriores a 2008 y es la crisis financiera internacional la que alerta a las instituciones gubernamentales de la necesidad de tomar acuerdos supranacionales para salvaguardar la industria financiera que tanta importancia tiene en el sistema económico capitalista.

Basilea II se divide en tres pilares principales. El primero de ellos trata el mantenimiento del capital regulatorio calculado a partir de los tres componentes más importantes susceptibles de generar riesgos en una entidad bancaria. Estos componentes serían el riesgo de crédito, riesgo operacional y riesgo de mercado.

El segundo pilar, trata la respuesta regulatoria al primer pilar. Se provee además de un marco de actuación para restringir el riesgo sistémico, riesgo estratégico y riesgo de liquidez entre otros.

El tercer pilar tiene como objetivo complementar los requisitos mínimos de capital y el proceso de revisión a partir de un conjunto de requerimientos que permitan a los participantes del mercado calibrar la situación de solvencia de cualquier institución. En Basilea II, el riesgo de contrapartida se mencionaba pero no se valoraban las pérdidas que podría generar una situación de default. En Basilea III, esto cambia.

#### 5.2.- Basilea III

A finales de 2009, el comité de Basilea para la supervisión bancaria publicó la primera versión de Basilea III, una nueva norma que permitía a la banca adaptarse a ésta a lo largo de los tres años siguientes. En septiembre de 2010, los reguladores bancarios cerraron un acuerdo para triplicar las reservas de capital con las que el conjunto de la industria debía contar. El nuevo y relevante ratio de capital se situó en 8,5% y además se añadió un colchón de capital del 2,5%. Además, se incluyen en el nuevo texto una serie de reformas y nuevas medidas que ha de implementar la banca de forma

escalonada desde enero 2013 a enero de 2019. Algunas de estas nuevas medidas son la inclusión de un ratio de cobertura de liquidez (LCR) en 2015 del 60%, que se va incrementando en un 10% cada año hasta llegar un LCR del 100% en 2019

Basilea III forma parte del continuo esfuerzo de los reguladores para potenciar la seguridad de los mercados financieros y mejorar la experiencia inversoras de los partícipes del mercado.

El objetivo de la evolución a lo largo de los distintos documentos de Basilea, se ha buscado en todo momento mejorar la capacidad del sector bancario para sortear los problemas financieros y económicos, mejorar la gestión del riesgo y reforzar la transparencia bancaria.

Basilea III se basa también en tres pilares. El primero de ellos se refiere al capital mínimo y a los requerimientos de liquidez dentro de los riesgos de crédito, operacional y de mercado. El segundo pilar es el proceso de supervisión el cual incluye un marco regulatorio para los bancos así como un marco de supervisión. El tercero de los pilares se ocupa de cubrir la disciplina de mercado y los requerimientos de información que los bancos deben dar. Basilea III tiene impacto en muchas áreas de las finanzas.

Cuando identificamos el CVA, vemos que la mayoría del impacto está estrechamente relacionado con la infraestructura de la industria, la gestión de la información y la labor de reporte regulatoria. El cálculo del CVA para una contrapartida es una labor que demanda grandes cantidades de información lo que requiere el uso de importantes bases de datos. Es por esto que supone un coste muy alto en términos monetarios para las instituciones financieras.

### 5.3.- CRD IV y CRR 575/2013

La Comisión Europea propone una división la directiva de requerimientos de capital en dos instrumentos legislativos distintos; El reglamento de requerimientos de capital (CRR) y la directiva CRD IV.

La directiva es la guía básica en la cual los estados se basan para la transposición de la norma a sus diferentes marcos legislativos por lo que da cierta flexibilidad a dicho estado a la hora transponer la norma. Sin embargo, el reglamento tiene un carácter más restrictivo y es de obligado cumplimiento en su práctica totalidad para todos los estados por lo que se puede aseverar que es la norma común en cada uno de los estados miembros.

El reglamento contiene las disposiciones relativas al "Single Rule Book", incluyendo la mayoría de las disposiciones incluidas en la reforma prudencial de Basilea III mientras que la directiva CRD IV introduce las disposiciones relativas a las políticas de remuneración, la potenciación de la gobernanza y transparencia así como la introducción de los colchones de capital.

Estas directivas y reglamentos son aplicables a las instituciones de crédito así como las empresas de inversión que se encuentran dentro del alcance de los mercados financieros a los que son aplicables dichas normas.

En línea con Basilea III, la CRD IV propone crear nuevos colchones de capital; divididos estos en el colchón de conservación de capital, el colchón contra cíclico, el colchón de riesgo sistémico, el colchón instituciones sistémicas globales y algunos otros colchones para entidades de carácter sistémico.

La Directiva CRD IV es obligatoria para todos los estados miembros pero dota de flexibilidad en su uso a los mismos. El objetivo es identificar y definir los problemas causados por la crisis financiera incrementando el nivel y la calidad del capital con el que cuentan los bancos, potenciando la cobertura de los riesgos, expandiendo los requerimientos de información y reducir las actuaciones pro cíclicas.

Además, esta directiva proporciona una base para la gestión de la liquidez e introduce requerimientos de información sobre el apalancamiento de las instituciones. También hace mucho énfasis en la calidad más alta de capital (Common Equity Tier 1, CET 1) fortaleciendo los estándares existentes en las normas anteriores. La CRD IV es una regulación de la Unión Europea que se aplicó directamente y que para su aplicación definitiva ha de transponerse a las legislaciones nacionales. El conjunto de leyes incluidas en esta directiva se pusieron en marcha desde el día 1 de enero de 2014

Una vez realizada esta incursión a través de las normas que han dado lugar al núcleo de estudio de este trabajo, nos centraremos en analizar la normativa que describe la utilización del CVA.

#### 5.4.- IFRS 13 - NIIF 13

Dentro de los estándares contables internacionales, encontramos una relación con el CVA en la NIIF 13 que es la que se encarga de definir el valor razonable de los activos y pasivos de las organizaciones. Esta norma contable aclara un concepto que siempre ha generado discrepancias en el

entorno empresarial, ante todo, entre las diferentes corrientes contables anglosajona y europea.

La NIIF 13 tiene tres objetivos fundamentales;

- define valor razonable;
- establece en una sola NIIF un marco para la medición del valor razonable;
- requiere información a revelar sobre las mediciones del valor razonable.

El CVA no es más que un ajuste que refleja el verdadero valor del activo o pasivo, visto desde una perspectiva contable.

La NIIF declara que "el valor razonable es una medición basada en el mercado, no una medición específica de la entidad. Para algunos activos y pasivos, pueden estar disponibles transacciones de mercado observables o información de mercado. Para otros activos y pasivos, pueden no estar disponibles transacciones de mercado observables e información de mercado. Sin embargo, el objetivo de una medición del valor razonable en ambos casos es el mismo - estimar el precio al que tendría lugar una transacción ordenada para vender el activo o transferir el pasivo entre participantes del mercado en la fecha de la medición en condiciones de mercado presentes (es decir, un precio de salida en la fecha de la medición desde la perspectiva de un participante de mercado que mantiene el activo o debe el pasivo)".

Bajo esta definición, es loable argumentar que la instauración de esta norma en la contabilidad de la mayoría de los marcos regulatorios de la mayoría de los países desarrollados sea una de las causas por la que surge la necesidad de incluir en las normativas de capital el cálculo del CVA, lo que permite una valoración más razonable de unos derivados OTC que no cuentan con un mercado líquido y transparente por lo que los precios de transacción suelen ser difíciles de valorar.

En este caso, la NIIF deja claro que "cuando un precio para un activo o pasivo idéntico es no observable, una entidad medirá el valor razonable utilizando otra técnica de valoración que maximice el uso de datos de entrada observables relevantes y minimice el uso de datos de entrada no observables. Puesto que el valor razonable es una medición basada en el mercado, se mide utilizando los supuestos que



los participantes del mercado utilizarían al fijar el precio del activo o pasivo, incluyendo los supuestos sobre riesgo. En consecuencia, la intención de una entidad de mantener un activo o liquidar o satisfacer de otra forma un pasivo no es relevante al medir el valor razonable". Este planteamiento aclara más si cabe el uso de CVA en las instituciones financieras.

Además, la NIIF 13 tiene a realiza una consideración aparte para la aplicación del valor razonable "a activos financieros y pasivo financieros con posiciones compensadas en riesgos de mercado o riesgo de crédito de la contraparte".

"Una entidad que mantiene un grupo de activos financieros y pasivos financieros está expuesta a riesgos de mercado (como se define en la NIIF 7) y al riesgo de crédito (como se define en la NIIF 7) de cada una de las contrapartes. Si la entidad gestiona ese grupo de activos financieros y pasivos financieros sobre la base de su exposición neta a los riesgos de mercado o al riesgo de crédito, se permite a la entidad aplicar una excepción a esta NIIF para medir el valor razonable. Esa excepción permite que una entidad mida el valor razonable de un grupo de activos financieros y pasivos financieros sobre la base del precio que recibiría por vender una posición larga (es decir, un activo) para una exposición de riesgo concreta o por transferir una posición corta (es decir, un pasivo) para una exposición de riesgo concreta en una transacción ordenada entre participantes del mercado en la fecha de la medición en condiciones de mercado presentes. Por consiguiente, una entidad medirá el valor razonable del grupo de activos financieros y pasivos financieros de forma congruente con la forma en que los participantes del mercado pondrían precio a la exposición de riesgo neta en la fecha de la medición.

Se permite que una entidad utilice la excepción del párrafo anterior sólo si la entidad lleva a cabo lo siguiente:

- gestiona el grupo de activos financieros y pasivos financieros sobre la base de la exposición neta de la entidad a un riesgo de mercado concreto (o riesgos) o al riesgo de crédito de una contraparte concreta de acuerdo con la gestión del riesgo documentada de la entidad o estrategia de inversión;
- proporciona información sobre esa base sobre el grupo de activos financieros y pasivos financieros al

personal clave de la gerencia, como se define en la NIC 24 Información a Revelar sobre Partes Relacionadas;

- se le requiere o ha elegido medir esos activos financieros y pasivos financieros a valor razonable en el estado de situación financiera al final de cada periodo sobre el que se informa.

Aun así, si la entidad no cumple con los requisitos anteriores, para medir la exposición al riesgo de crédito de una contraparte particular, incluirá el efecto de la exposición neta de la entidad al riesgo de crédito de esa contraparte o la exposición neta de la contraparte al riesgo de crédito de la entidad en la medición del valor razonable cuando los participantes del mercado tuvieran en cuenta los acuerdos existentes que mitiguen la exposición de riesgo de crédito en el caso de incumplimiento (por ejemplo, un acuerdo maestro de compensación de saldos con la contraparte o un acuerdo que requiere el intercambio de garantías colaterales sobre la base de la exposición neta de cada parte al riesgo de crédito de la otra parte). La medición del valor razonable reflejará las expectativas de los participantes del mercado sobre la probabilidad de que este acuerdo sería exigible legalmente en el caso de incumplimiento". Esto último descrito por la normativa corrobora la necesidad de implantar un mecanismo como el CVA en las entidades financieras.

#### CVA Unilateral

La versión más sencilla, dentro de la complejidad que refleja el concepto de CVA como medida de riesgo, es el CVA unilateral. Podemos definir esta tipología de medida como el precio del riesgo de contrapartida asumiendo la posibilidad de que la contraparte incumpla algún compromiso antes del vencimiento del contrato, siendo el inversor libre de riesgo.

Además existen dos posibles casos.

1.- La contraparte cumpla con todas sus obligaciones según está acordado en contrato, y el valor actual en el momento 0 para el inversor es igual a  $PV > T = V(0; T)$

2.- La contraparte incumple sus obligaciones en algún momento anterior al vencimiento del contrato, lo que significa que todas las obligaciones han sido afrontadas hasta el momento de impago de acuerdo con el contrato. Los pagos que se debían hacer a partir del impago no se realizarán y como resultado para el inversor dependerá de la exposición en el momento de

impago. Si el valor presente es negativo, se deberá a los deudores de la contrapartida.

CVA unilateral para un flujo de caja.

Para ilustrar la fórmula del CVA unilateral, hay que considerar una operación simple que involucre un único flujo de caja. Un inversor que acuerda el préstamo de una cantidad específica a una contraparte susceptible de generar una situación de impago. Sea  $K$  la cantidad que tendrá que repagar la contraparte al inversor en el momento de vencimiento.

Sea  $f(t;T)$  el tipo de interés futuro con vencimiento en  $T$  determinado en el momento  $t$ . Los factores de descuentos son calculados a partir de los tipos a futuro instantáneos.

Así, el valor presente de los flujos de caja de la contrapartida libre de riesgo se determina descontando la cantidad prestada al tipo mencionado anteriormente.

$$PV_0 = KD(0; 0; T);$$

Esta será la cantidad que el prestatario invertirá en  $t=0$  si la contrapartida estuviera libre de riesgo. En el caso de que la contrapartida tuviera un impago, un montante se recuperaría y vendría determinado por el ratio de recuperación,  $R$ , el cual se asume que es constante y que tiene mucho que ver con los CDS y el "Loss Given Default" que hemos explicado ya.

El CVA unilateral es el que hemos escogido para la posterior valoración que haremos en el trabajo aunque como decíamos anteriormente no es la única tipología de CVA. Ahora pasaremos a describir una de las formas más comunes en que se manifiesta el riesgo de contrapartida y es el CVA bilateral.

CVA bilateral

En el caso del CVA bilateral, tanto el prestatario como el prestamista (inversor y contraparte) cuentan con la posibilidad de no hacer frente a sus obligaciones antes de que se produzca el vencimiento del contrato.

En este caso, se pueden suceder tres posibilidades.

- 1.- Ambos agentes, contraparte e inversor cumplen el contrato en todos sus términos por lo que no hay problemática.
2. La contraparte impaga en un momento  $T$ , antes de que se produzca el vencimiento del contrato y de que impague el inversor.

3. El inversor impaga en el momento  $T_I$ , antes de que se produzca el vencimiento del contrato y de que impague la contraparte.

En el primer caso, el valor presente en el momento 0 desde el punto de vista del inversor sería;

$$PV_{T_I > T} \wedge T_I > T = V(0; T)$$

En el segundo caso, todos los pagos por parte del inversor ocurren antes del momento T. Si el valor del contrato es positivo en el momento del impago, esta cantidad se convierte en pérdida para el inversor salvo la cantidad que se pueda recuperar y si el valor del contrato es negativo, aún estará en deuda. El valor actual en el momento 0 para el inversor será;

$$PV_{T > T} \wedge T_I > T = V(0, T) + (R \max\{V(T, T)\} + \min\{V(T, T)\}) D(0, T)$$

En el segundo caso, todos los pagos por parte del inversor ocurren antes del momento T. Si el valor del contrato es positivo en el momento del impago el inversor todavía estará en disposición de recibir la cantidad mientras que si el valor del contrato es negativo, solo percibirá la parte correspondiente de la recuperación. El valor presente en el momento 0 será, desde el punto de vista del inversor;

$$PV_{T_I > T} \wedge T_I > T = V(0, T_I) + (\max\{V(T_I, T)\} + R_I \min\{V(T_I, T)\}) D(0, T_I)$$

El valor presente del contrato con CVA bilateral sería el valor actual esperado neutral al riesgo de las tres situaciones anteriormente comentadas, por lo que sería la media aritmética de las tres expresiones que hemos escrito con anterioridad. En esta casuística, aparece el término DVA en el cual no nos adentraremos para ceñirnos al estudio del CVA pero hay que considerar que juega un papel importante en el riesgo de contrapartida. De hecho en el CVA bilateral, siempre hay que tener en cuenta ambos conceptos por la dependencia que existe entre contrapartes, por lo que en los modelos de cálculo del CVA bilateral han de incluirse tanto CVA como DVA. El DVA es un concepto análogo al CVA solo que mide el riesgo de contrapartida desde el lado de la contraparte. Esto quiere decir que el precio del riesgo de que el inversor impague antes del vencimiento del derivado y por consiguiente no satisfaga sus obligaciones a la

contraparte. El DVA del inversor es el CVA de la contrapartida y viceversa. CVA y DVA son siempre de signos contrarios y cuando el CVA disminuye el valor de un derivado, el DVA lo incrementa.

#### 5.5.- Estándares técnicos EBA

En el siguiente apartado procederemos a explicar cómo la EBA propone un estándar técnico de procedimiento para la aplicación del CVA por parte de las instituciones. Estos estándares se centran en determinar la forma de elegir los spreads siempre y cuando no exista información a través de credit default swaps así como la forma de obtener el LGD.

Así el estándar técnico relata que;

- Cuando no exista CDS, la institución debe usar un proxy que tenga en cuenta el rating, el sector o industria y la región de la contrapartida.
- Las reglas que permitan la determinación de un proxy debe ser lo suficientemente amplias a la hora de poder escoger el rating, industria y región de la contrapartida, siendo así una norma flexible para poder escoger el proxy más apropiado siendo éste basado en el juicio experto de la institución.
- La reglamentación debe permitir la existencia de un rango para las diferentes categorías de selección del proxy basadas en el rating, industria y región para así conseguir una armonización de las condiciones de la contrapartida.
- Además, en el caso de emisores únicos en los que existe un nexo entre gobierno regional o autoridad local y gobierno soberano, debe ser posible permitir la estimación de un apropiado proxy spread basado en el spread de crédito del emisor único ya que esto implica una estimación más apropiada.
- Para poder obtener un cálculo correcto del CVA, el proxy spread debe ser determinado a partir de datos históricos en mercados líquidos. Además, las asunciones que se realicen a través de interpolaciones y extrapolaciones de los datos debe referirse a diferentes momentos temporales.
- Con el objetivo de asegurar la convergencia de las actuaciones de las instituciones y para evitar incoherencias, considerando que las probabilidades de default implícitas, CDS spreads y los LGD constituyen

una ecuación con dos variables desconocidas y sabiendo que existe unanimidad en el mercado para considerar que el LGD es un valor fijo para poder obtener las probabilidades de default, las instituciones que calculan el CVA debe usar un valor del LGD que sea consistente con el LGD fijo que se usa de forma común por los participantes del mercado para determinar las probabilidades de default implícitas a partir de las transacciones de CDS que se usan en el proxy spread para la contrapartida en cuestión.

- Para poder usar el método avanzado del CVA para un número limitado de las carteras más reducidas, es necesario considerar una cartera como un conjunto de posiciones netas tal y como se describe en el artículo 272 del reglamento 575/2013.
- Para mitigar las posibles discontinuidades en el uso del método avanzado del CVA para un número limitado de las carteras más pequeñas, este método avanzado debería dejar de usarse sólo cuando los límites cuantitativos sean incumplidos durante dos trimestres seguidos.
- Además para facilitar el trabajo a la supervisión por parte de los reguladores, debe hacer saber que cuando las limitaciones del número de carteras más pequeñas no se cumplan, las instituciones deben notificar a las autoridades competentes en estos casos.

El artículo 1 de los estándares técnicos de la EBA se centra en la explicación de cómo determinar un proxy spread adecuado.

El proxy spread debe haber sido escogido en base a los criterios de rating, industria y región de la contrapartida que se especifican en los siguientes puntos.

El rating debe escogerse considerando el uso de una jerarquía predeterminada de fuentes internas y externas de rating. Estos ratings han ordenarse según su calidad crediticia y en los casos en los que existan varios ratings deberá llevarse a cabo una valoración de los distintos ratings.

Las características de la industria han sido clasificadas considerando al menos las siguientes categorías;

- Sector público;
- Sector financiero;
- Otros;

Las características de la región han sido clasificadas considerando al menos las siguientes categorías.

- Europa;
- América del Norte;
- Asia;
- Resto del mundo;

El proxy spread refleja de cierta manera los CDS disponibles y los spreads de otros instrumentos líquidos que cuentan con riesgo de crédito.

Que un proxy spread sea apropiado dependerá más de la volatilidad con la que cuente que del propio nivel del proxy.

En el proceso de designar alguno de los atributos como el rating, industria y región de la contrapartida, la estimación del proxy spread debe ser considerada apropiada para un gobierno regional o una autoridad local basada en el spread de crédito del emisor soberano relevante donde se cumplan las siguientes dos condiciones;

- El gobierno regional o la autoridad local coinciden en rating con el emisor soberano.
- No existe rating para el gobierno regional o la autoridad local.

Toda la información usada en el cálculo del proxy spread debe ser confiable y estar basada en la observación de datos en mercados de bidireccionales. Datos suficientes deben estar disponibles para generar proxy spreads para todas las partes relevantes y los períodos históricos de análisis.

En su artículo 2, los estándares técnicos del EBA desgranar los procedimientos a llevar a cabo para la identificación del  $LGD_{MKT}$ . Así, la norma espeta que el cálculo del  $LGD_{MKT}$  debe ser consistente con los  $LGD$ 's fijos que usan de forma común los participantes del mercado para calcular las probabilidades de default implícitas para cada contrapartida.

Para acabar con los estándares técnicos, el artículo 3 de los mismos hace referencia a los límites cuantitativos referentes al número y tamaño de las carteras.

Este artículo declara que para satisfacer los criterios de un número limitado de carteras más pequeñas, se deben satisfacer las siguientes condiciones.

- El número de todas las transacciones que no son analizadas a través del método de modelo interno sujetas al cargo por riesgo de CVA no debe exceder el 15% del total de operaciones sujetas a dicho CVA.
- El tamaño de cada posición neteada de transacciones que no se analizan a través del método de modelo interno sujetas a cargo por riesgo de CVA no debe exceder el 1% del total de las posiciones neteadas sujetas al CVA.
- El tamaño total de todas las transacciones neteadas que no son analizadas a través del método de modelo interno sujetas al cargo por CVA no deberán exceder el 10% del total de posiciones netas sujetas al CVA.

Para los últimos dos puntos, el tamaño de las posiciones netas debe ser igual a la exposición en el momento de impago calculado usando el valor de mercado, explicado en el artículo 274 del reglamento 575/2013, siempre teniendo en cuenta los efectos de netear las posiciones pero no los efectos del colateral.

Además, las instituciones habrán de calcular cada trimestre la media aritmética de al menos los siguientes ratios mensuales.

- o Número de transacciones no sujetas al método del modelo interno sobre el total de transacciones.
- o El tamaño individual de la posición neta de mayor cuantía con respecto al total de posiciones netas.
- o El tamaño total de las operaciones no sujetas la método del modelo interno sobre el total de posiciones netas.

Cuando los criterios especificados anteriormente no se cumplan durante dos cálculos seguidos, es decir, dos trimestres, la institución habrá de utilizar el método estándar explicado anteriormente para calcular los fondos requeridos por el CVA para todas las posiciones netas que no se estudien a través de un modelo interno así como su notificación al regulador.

Estos serían los estándares técnicos que descifran algunas de las problemáticas que surgen a las instituciones a la hora de aplicar el CVA.



#### 5.6.- EMIR

En febrero de 2009, de manera simultánea a la aparición de las normativas explicadas anteriormente, la unión europea cree necesario implementar una nueva norma referente al riesgo de crédito y contrapartida que aplique a las instituciones dentro de las fronteras de la unión.

Esta normativa se materializa con el lanzamiento del reglamento conocido como EMIR. EMIR son las siglas de "European Market Infrastructure Regulation" y sale a la luz el 4 de julio de 2012. Así, el reglamento N° 648/2012 relativo a los derivados OTC, las entidades de contrapartida central y los registros de operaciones es un reconocimiento por parte de las autoridades de la necesidad existente de incrementar las medidas para contener y mitigar el riesgo de contrapartida además de reforzar la transparencia y fiabilidad de los mercados.

Este reglamento en particular lo que hace es establecer requisitos en materias de compensación y gestión bilateral del riesgo inherente a los contratos de derivados OTC, requisitos de información de dichos contratos y requisitos uniformes para el ejercicio de actividades de las entidades de contrapartida central (EEC) y registro de operaciones.

Este reglamento, en su ámbito de aplicación distingue entre dos tipos de entidades;

- Entidades Financieras: Incluye a los bancos, gestoras de inversiones, compañías de seguros o brokers.
- Entidades No Financieras: Incluye todas aquellas entidades que no son de tipología financiera.

El objeto principal de este reglamento lo podemos dividir en tres puntos;

- Pasar por una cámara de contrapartida un número de operaciones en derivados que supere un determinado umbral.
- Informar al regulador sobre las operaciones realizadas con derivados OTC.
- Mitigar los riesgos inherentes a la operativa con derivados como puedan ser la conciliación de carteras o la resolución de disputas entre contrapartes.

Los umbrales a partir de los cuales las operaciones de derivados han de pasarse a través de una entidad de

compensación son los siguientes si los clasificamos por clase de derivado.

- Derivados de crédito: 1000 millones de €
- Derivados de renta variable: 1000 millones de €
- Derivados de tipos de interés: 3000 millones de €
- Derivados de divisas: 3000 millones de €
- Derivados de materias primas y otros: 3000 millones de €

La obligación por parte de la norma a compensar las operaciones OTC bajo determinadas características es una de las medidas más eficiente para el control de distintos tipos de riesgos como son el de contrapartida o el de liquidez y mejora la operativa en los mercados al contar éstos con mayor información. Si añadimos la exigencia regulatoria de incrementar el reporte de información para cada operación sobre los derivados que marca la norma, se puede considerar que las herramientas propuestas por el regulador para afrontar los riesgos antes mencionados refuerzan la confianza en los mercados. Por último, otra de las medidas que propone el regulador para reducir riesgos en la operativa con derivados es la compresión de las carteras de derivados. Esta técnica permite limitar las exposiciones de las carteras y reducir el número de operaciones realizadas con ciertas contrapartes.

La norma homóloga a este reglamento en el marco legislativo de Estados Unidos es la ley Dodd-Frank.

## 6.- Reglamento 575/2013

Riesgo de contrapartida.

El riesgo de contrapartida se explica en el reglamento 575/2013 a partir del capítulo 6, artículo 271. Para ello lo primero que hace la norma es definir de forma clara ciertos conceptos, entre los que se encuentran los siguientes;

- Riesgo de contrapartida. Riesgo de que una de las partes de una transacción pueda incurrir en impago antes de acometer el último de los pagos de la transacción.

Además, se definen distintas tipologías de transacciones,

- Posición larga, que implica que la contrapartida intercambia un activo, una materia prima o una divisa por una cuantía determinada de dinero, otros activos o

instrumentos financieros, con un plazo de entrega fijado por un contrato que es mayor que el plazo estándar del mercado para este tipo de transacciones o cinco días hábiles después de la fecha en la que la institución hace efectiva la operación.

- Préstamo marginal es aquella operación en la cual una institución da un préstamo que va ligado a la compra, venta o negociación de activos financieros. Estas operaciones no incluyen préstamos colateralizados.
- Posición neta, supone un conjunto de operaciones entre una institución y una única contrapartida que está sujeta legalmente a posibilidad de netearlas dichas operaciones entre sí.

Bajo el modelo interno que se explica con posterioridad, todas las posiciones netas con una única contrapartida deben ser tratadas como una única posición neta si los valores de mercado negativos de las posiciones netas individuales tienden a cero en la estimación de la exposición esperada (EE).

- Posición de riesgo. Significa un número que refleja el riesgo asignado a una operación bajo el modelo estándar que también se explica más adelante.
- Posición de cobertura, que implica un grupo de posiciones que surgen a partir de las operaciones dentro de una única posición neta donde solo el equilibrio de esas posiciones de riesgo es usada para determinar el valor de exposición bajo el método estándar.
- Margen, implica un acuerdo en el que la contrapartida debe aportar un colateral a la segunda contraparte cuando una exposición de esa segunda contraparte que mantiene con la primera excede un determinado nivel.
- Umbral marginal, se trata de la cantidad más grande de una exposición que queda antes de que una de las contrapartes tenga el derecho a exigir colateral.
- Periodo de riesgo, es el periodo de tiempo que va desde intercambio de colateral de cobertura más reciente de una posición neta con una contrapartida que ha impagado hasta que la operación se liquida y riesgo resultante es cubierto.
- Vencimiento efectivo bajo el método de modelo interno para una posición neta con madurez superior a un año. Es el ratio de la suma de la exposición esperada sobre la vida la posición neta descontada a la tasa libre de riesgo, dividido por la suma de las exposiciones

esperadas de más de un año descontadas a la tasa libre de riesgo.

- Compensación de productos distintos, implica la inclusión de operaciones de distintas categorías de productos dentro la misma posición neta.
- Valor de mercado actual, se refiere al valor de mercado neto de una cartera de operaciones dentro de una posición neta, en el que tanto valores positivos como negativos se usan para calcular dicho valor de mercado actual.
- Distribución de valores de mercado, es la estimación de la distribución de probabilidad de valores de mercado netos de las operaciones que formen parte de una posición neta para una fecha futura, dado el valor de mercado de aquellas transacciones en la fecha de la estimación.

#### Distribuciones

- Distribución de exposiciones. Es la estimación de la distribución de probabilidad de valores de mercado que es generado a partir de valores netos de mercados iguales a cero.
- Distribución riesgo-neutral, se llama así a la distribución de los valores de mercado o exposiciones a futuro en las cuales la distribución se calcula usando valores de mercado implícitos tales como la volatilidad implícita.
- Distribución actual, es una distribución de valores de mercado o exposiciones en un tiempo futuro donde la distribución es calculada a partir de datos históricos o valores reales tales como las volatilidades calculadas usando precios pasados o tipos de interés.

#### Medidas de la exposición

- Exposición actual, es el mayor entre cero y el valor de mercado de una transacción o cartera de transacciones dentro de un conjunto de operaciones netas con una contrapartida que sería perdida en caso de impago, asumiendo que no se puede recuperar el valor de dichas transacciones por insolvencia o liquidación.
- Peak exposición, es un percentil alto de la distribución de exposición en un determinado momento en el futuro antes del vencimiento de la posición con mayor vencimiento.

- Exposición esperada en un momento determinado, es la máxima exposición esperada que puede ocurrir en una fecha determinada.
- Exposición esperada positiva es la media ponderada en el tiempo de la exposición esperada, donde las ponderaciones son la proporción entera del tiempo que representan las exposiciones individuales.

Estas serían las definiciones más relevantes que nos permitirán familiarizarnos con la jerga que usaremos en los siguientes apartados y que nos harán más fácil el entendimiento de los conceptos explicados y desarrollados.

Métodos de cálculo del valor de exposición.

Método Mark to Market

Este es el primero de los métodos que explicaremos y la norma lo define así. Para determinar el coste de reemplazar todos aquellos contratos con valor positivo, las instituciones habrán de incluir los valores de mercado en los contratos.

Para determinar la posible exposición futura, las instituciones deberán multiplicar los nocionales por los porcentajes de la tabla que describiremos posteriormente y de acuerdo a los siguientes principios;

- Aquellos contratos que no se encuentren especificados en la siguiente tabla serán tratados como commodities u otros materiales preciosos.
- Contratos con múltiples intercambios de principal, el porcentaje ha de multiplicarse por el número de pagos restantes de acuerdo con el contrato.
- Los contratos estructurados de modo que las exposiciones pendientes se liquiden en fechas de pago especificadas, y cuyas condiciones se vuelvan a fijar de forma que el valor de mercado del contrato sea nulo en esas fechas especificadas, el vencimiento residual será igual al período restante hasta la siguiente fecha en que se vuelvan a fijar las condiciones. Cuando sean contratos referidos a tipos de interés que satisfagan estos criterios y tengan vencimientos superiores al año, el porcentaje no será inferior al 0,5%.

Credit Valuation Adjustment: Medición del Riesgo de Contrapartida

Vencimiento	Contratos de tipos de interés	Contratos de divisas u oro	Contratos sobre renta variable	Contratos sobre metales preciosos excepto oro	Contratos sobre materias primas excepto metales preciosos
Un año o menos	0%	1%	6%	7%	10%
Más de un año, sin exceder los cinco años	0,5%	5%	8%	7%	12%
Más de cinco años	1,5%	7,5%	10%	8%	15%

Para aquellos contratos relativos a commodities distintos del oro, las instituciones aplicarán los porcentajes de la tabla que vamos a describir a continuación.

Vencimiento	Metales preciosos	Metales básicos	Productos agrícolas	Otros productos energéticos
Un año o menos	2%	2,5%	3%	4%
Más de un año, sin exceder los cinco años	5%	4%	5%	6%
Más de cinco años	7,5%	8%	9%	10%

La suma de los costes de reemplazo y la exposición potencial futura conforman el valor de exposición.

Metodo de exposición original

El valor de la exposición es el nocional de cada instrumento multiplicado por los valores de la tabla que se explica a continuación.

Vencimiento	Contratos sobre tipos de interés	Contratos sobre divisa y oro
Un año o menos	0,5%	2%
Más de un año, sin exceder los cinco años	1%	5%
Más de cinco años	1%	3%

Para calcular el valor de exposición de contratos de tipos de interés, una institución debe elegir entre usar el vencimiento original o el residual.

Método estándar

Las instituciones deben usar el método estándar solamente para calcular el valor de la exposición para derivados OTC y posiciones largas.

Para aplicar el método estándar, las instituciones deben calcular el valor de la exposición de forma separada para cada posición compensable, neto de colateral de la forma siguiente;

$$Exposure\ value = \beta * \max\{CMV - CMC, \sum_j \left| \sum_i RPT_i - \sum_l RPC_{lj} \right| * CCRM_j\}$$

Dónde;

CMV= Valor de mercado actual de la cartera de operaciones compensables con una contrapartida incluido colateral.

CMC= Valor de mercado actual del colateral asignado a las posiciones netas.

i = índice de transacciones.

j = índice de colateral.

l = índice categoría de cobertura.

RPT<sub>ij</sub> = Posición de riesgo de la operación i con respecto a la cobertura j.

RPC<sub>lj</sub> = Posición de riesgo del colateral l con respecto a la cobertura j.

CCRM<sub>j</sub> = Multiplicador de riesgo crédito contrapartida que se especifica en la tabla 5 Con respecto a la cobertura j.

β = 1,4.

Para realizar los cálculos habrá que tener en cuenta;

- Colateral elegible recibido por una contrapartida deberá tener un signo positivo y colateral exigido deberá tener un signo negativo.

- Una institución debe ignorar el riesgo de tipo de interés de los pagos con un vencimiento menor de un año.
- Una institución debe tratar las operaciones que cuentan con dos patas y se denominan en la misma divisa como una única transacción agregada. El tratamiento para los pagos por patas se aplica a las operaciones agregadas.

#### Transacciones con un perfil de riesgo lineal

Las instituciones deben identificar las operaciones que tengan un perfil de riesgo lineal para provisionar las posiciones de riesgo.

- Operaciones con perfil lineal de riesgo por renta variable, oro, otros metales o materias primas como subyacente debe identificarse para el cálculo de la posición de riesgo en la respectiva inversión y una posición de riesgo por el tipo de interés por los pagos.
- Operaciones con un perfil de riesgo lineal con un instrumento de deuda como subyacente debe ser identificado para la posición de riesgo por tipo de interés para el instrumento de deuda y otra posición de riesgo para los pagos.
- Operaciones con un perfil de riesgo lineal en el que se estipula el intercambio de pagos, incluyendo futuros con divisas debe ser identificado el riesgo por tipo de interés para cada uno de los pagos.

Si en alguno de los siguientes casos, la operación incluye divisas extranjeras habrá que tener en cuenta también dicho riesgo.

#### CVA Regulatorio

“El CVA implica un ajuste al valor de mercado de una cartera de transacciones que involucren a una contraparte. El ajuste refleja el valor de mercado actual del riesgo de la contrapartida para la institución pero no refleja el valor de mercado actual del riesgo de la institución para la contrapartida”. Así comienza definiendo el Credit Value Adjustment el Reglamento 575/2013 del parlamento europeo y del consejo de 26 de Junio de 2013 sobre los requerimientos prudenciales para instituciones de crédito y compañías de inversión en su capítulo sexto, artículo 381.



La norma define el alcance o el ámbito de aplicación del CVA, teniendo las instituciones que calcular los requerimientos de capital por CVA para todos los instrumentos derivados "Over The Counter" que utilicen en todo el espectro de su negocio. Además, la norma obliga también el cálculo de este ajuste en todas aquellas transacciones que se consideren materiales. Así mismo, las operaciones que pasen a través de una cámara central de contrapartida, quedarán excluidas del cargo de capital adicional porque se consideran exentas de riesgo, en este caso, de contrapartida.

Para el cálculo del CVA, el reglamento define dos en los artículos 383 y 384, siendo éstos el método avanzado y el método estandarizado. Así, nos detendremos en la explicación de ambos.

#### Método de cálculo Avanzado

Para poder hacer uso de esta metodología, la institución debe tener permiso para poder utilizar métodos de cálculo haciendo uso de modelos internos. Esto ha sido explicado con anterioridad haciendo referencia al artículo 283 del reglamento 575/2013. El método avanzado expone que el cálculo del cargo de capital a realizar por la institución debido al CVA ha de ser modelado a través de los impactos que tendrían los cambios los spreads de créditos de las contrapartidas.

Las instituciones tendrán que hacer uso de sus modelos internos para la medición del riesgo específico que se asocia a las posiciones de deuda y deberá aplicar un intervalo de confianza en los cálculos del 99% así como tomar la referencia de un periodo de 10 días.

La fórmula a utilizar en este método la describiremos posteriormente.

$$CVA = LGD_{MKT} * \sum_{i=1}^T \max \left\{ 0, \exp \left[ -\frac{S_{i-1} * t_{i-1}}{LGD_{MKT}} \right] - \exp \left[ -\frac{S_i * t_i}{LGD_{MKT}} \right] \right\} * \frac{EE_{i-1} * D_{i-1} + EE_i * D_i}{2}$$

Dónde;

$t_i$  = momento temporal de la  $i$ -ésima valoración empezando desde  $t_0 = 0$

$t_T$  = momento temporal del vencimiento de las posiciones con la contrapartida

$s_i$  = hace referencia al spread de crédito de la contrapartida. Cuando el CDS de la contrapartida está disponible, la institución habrá de usar ese. Si no es así, la institución tendrá que usar un proxy apropiado que tenga en cuenta el rating, la industria y la región de la contrapartida.

$LGD_{MKT}$  = El "Loss Given Default" de la contrapartida tiene que estar basado en el spread de un instrumento financiero de la contrapartida siempre y cuando sea posible. De no ser así, tendrá que estar basado en un spread proxy apropiado que tenga en cuenta el rating, la industria y la región de la contrapartida.

El primer sumando representa una aproximación de la probabilidad marginal implícita en el mercado de que ocurra un evento de crédito entre  $t_{i-1}$  y  $t_i$ .

$EE_i$  = la exposición esperada a la contrapartida en el momento de valoración  $t_i$ , donde la exposición de los diferentes transacciones netas se añaden y donde el vencimiento más largo viene dado por el vencimiento contractual.

$D_i$  = Factor de descuento libre de riesgo en el momento  $t_i$ , donde  $D_0 = 1$

Cuando una institución calcula los requerimientos de capital por CVA, debe incluir todos los datos en su modelo interno para el riesgo específico de los instrumentos de deuda en las siguientes fórmulas.

- a) Cuando el modelo se basa en "full repricing" se utiliza la fórmula descrita con anterioridad.
- b) Cuando el modelo se basa en la sensibilidad de los spread de crédito (regulatory CS01), se hace uso de la siguiente fórmula.

$$Regulatory\ CS01 = 0.0001 * t_i * \exp\left[-\frac{s_i * t_i}{LGD_{MKT}}\right] * \frac{EE_{i-1} * D_{i-1} - EE_{i+1} * D_{i+1}}{2}$$

Para  $t=T$ , la fórmula correspondiente sería,

$$Regulatory\ CS01 = 0.0001 * t_T * \exp\left[-\frac{s_T * t_T}{LGD_{MKT}}\right] * \frac{EE_{T-1} * D_{T-1} - EE_T * D_T}{2}$$

- c) Cuando el modelo usa sensibilidades de los spread de crédito, cuando existan cambios paralelos en dichos spreads, la fórmula será,

$$\text{Regulatory CS01} = 0.0001 * \sum_{i=1}^T (t_i * \exp\left[-\frac{S_i * t_i}{LGD_{MKT}}\right] - t_{i-1} * \exp\left[-\frac{S_{i-1} * t_{i-1}}{LGD_{MKT}}\right]) * \frac{EE_{i-1} * D_{i-1} - EE_i * D_i}{2}$$

d) Donde el modelo usa sensibilidades de segundo orden para cambios en los spread de crédito las gammas deben ser calculadas según la primera fórmula.

Las instituciones que hagan uso del EPE como medida para los derivados OTC con colateral deben tener en cuenta lo siguiente;

- Asumir un EE (expected exposure) constante
- Hacer uso de EE iguales a la exposición esperada efectiva que es definida en el artículo 285 del reglamento para un vencimiento igual al mayor de los siguientes;
  - Mitad del mayor vencimiento de las posiciones netas.
  - La media ponderada del vencimiento de los nominales de todas las transacciones que forman parte de las operaciones netas.

Las instituciones que calculen la necesidad de fondos por CVA de acuerdo al artículo 364, 365 y 367 a partir de la suma el VaR estresado y no estresado deben hacer uso de los siguientes apartados.

- Para el VaR no estresado los parámetros para el cálculo de la exposición esperada deben ser los que se explican en el artículo 292(2);
- Para el VaR estresado, los perfiles de exposición esperada de la contrapartida también se deben calcular a partir del artículo 292(2). Además, el periodo de estrés para el spread de crédito debe ser el más severo a un año comprendido dentro de un periodo de tres años.
- El multiplicador de tres veces usado en el cálculo de los requerimientos de fondos propios basado en el VaR aplicará dichos cálculos. El EBA debe realizar un seguimiento de la consistencia de los multiplicadores utilizados.
- El cálculo debe realizarse al menos mensualmente al igual que el cálculo de la exposición esperada.

El EBA (European Banking Authority) desarrolla los estándares técnicos donde se especifican con mayor grado de detalle las siguientes cuestiones.

- Cómo un proxy debe ser determinado por el modelo interno aprobado de la institución para el riesgo específico de los instrumentos de deuda con el objetivo de identificar el  $s_i$  y el  $LGD_{MKT}$ .

- El número y dimensión de las carteras que satisfagan el criterio de un número limitado de carteras más reducidas.

Estos estándares técnicos se dieron a conocer el día 1 de enero de 2014 y los estudiaremos posteriormente.

Método estandarizado

El artículo 384 del reglamento se encargará de desgranar cómo ha de proceder una institución en el caso de que no use el método avanzado descrito en el artículo 383. Así el cálculo de fondos necesarios para cubrir el riesgo de contrapartida se realizará a través de la fórmula descrita a continuación:

$$K = 2.33 * \sqrt{h} * \sqrt{\left( \sum_i 0.5 * w_i * (M_i * EAD_i^{total} - M_i^{hedge} * B_i) - \sum_i w_{ind} * M_{ind} * B_{ind} \right)^2 + \sum_i 0.75 * w_i^2 * (M_i * EAD_i^{hedge} * B_i)^2}$$

Donde:

$h$  = Horizonte anual de riesgo,  $h=1$

$w_i$  = ponderación aplicable a la contrapartida "i"

$EAD_i^{total}$  = valor de la exposición por riesgo de crédito contrapartida incluyendo el efecto del colateral de acuerdo con los métodos descritos con anterioridad.

$B_i$  = Nocional adquirido para la cobertura en CDS referenciado a la contrapartida i y usados para cubrir el riesgo CVA.

$B_{ind}$  = el nocional total de uno o más CDS indexados de la protección adquirida usado para cubrir el riesgo CVA.

$w_{ind}$  = es la ponderación aplicable a la cobertura de índices.

$M_i$  = vencimiento efectivo de las transacciones con la contrapartida i.

$M_i^{hedge}$  = vencimiento del instrumento de cobertura con el nocional  $B_i$

$M_{ind}$  = vencimiento de la cobertura del índice

Cuando una contrapartida se incluye en un índice basado en CDS para cubrir el riesgo de crédito contrapartida, la institución debe eliminar la cuantía atribuible a dicha contrapartida de acuerdo con la ponderación de la entidad referenciada del índice.

Rating	Ponderación $w_i$
AAA	0,7%
AA	0,7%
A	0,8%
BBB	1,0%
BB	2,0%
B	3,0%
CCC	10%

La norma ahonda mucho más a la hora de pormenorizar las actuaciones que han de seguir las instituciones dependiendo de la tipología de derivado sobre el cuál se vaya a realizar el cálculo del riesgo de contrapartida. Nosotros no entraremos tan en profundidad ya que no es el objetivo.

#### 7.- Modelos y teorías subyacentes

El método de simulación Montecarlo es uno de los métodos más usados en múltiples campos de la investigación. Es un método que aúna sencillez a la vez que efectividad a la hora de resolver cálculos complejos o realizar estimaciones. Este método de gran antigüedad ha ido perfeccionándose a lo largo de los años y gracias al desarrollo de la informática y las tecnologías ha ganado en relevancia en el área de las finanzas, suponiendo a día de hoy la base de mucho de los cálculos cotidianos a los que nos enfrentamos en nuestros días.

Los problemas resueltos por Montecarlo pueden ser de dos tipos, probabilísticos o deterministas según estén directamente relacionados o no con el comportamiento y el resultado de procesos aleatorios. En el caso de un simple problema probabilístico, el método de Montecarlo más simple es observar números aleatorios, escogidos de tal forma que directamente simulen los procesos aleatorios físicos del problema original permitiendo así inferir la solución

deseada a partir del comportamiento de estos números aleatorios. La resolución de este tipo de problemas, requiere de medios computacionales debido al gran número de datos que se utilizan.

Los problemas que resolveremos para el cálculo de CVA son probabilísticos y no deterministas.

Para poder usar este método introduciremos conceptos importantes en los que se basarán los modelos con los que calcularemos algunas de las variables necesarias para obtener el CVA. Y es que para hallar el CVA, habrá que hacer una incursión sobre conceptos que subyacen en los modelos como la eficiencia de los mercados, el paseo aleatorio, el movimiento browniano geométrico o el archiconocido modelo de Black-Scholes.

#### Eficiencia de los mercados

En los mercados financieros, el movimiento en precios de las acciones suele venir reflejado por movimientos inciertos a lo largo del tiempo. Una de las razones de este comportamiento aleatorio de los precios es la hipótesis de eficiencia de los mercados. Esta hipótesis se basa en dos supuestos principales;

- 1.- El precio actual refleja todos los precios pasados.
- 2.- Los precios se ajustan de forma inmediata a cualquier información nueva.

Estos dos supuestos implican que los cambios en los precios de una acción siguen un proceso de Markov. Esto significa que el valor futuro esperado de una acción depende sólo de su precio actual. Así, cualquier predicción será incierta por lo que sólo podremos aproximarnos en términos de distribuciones de probabilidad. Por esto, para calcular o realizar modelos sobre el precio de las acciones, será necesario contar con una distribución de probabilidad y con información pasada.

Además, existe una clave para poder realizar predicciones y es la capacidad para poder anticipar e incluir en el modelo nueva información.

En la hipótesis de la eficiencia de mercados trabaja mucho uno de los grandes autores de economía, Eugene Fama. En los siguientes párrafos desglosaremos algunas de sus ideas y aportaciones más importantes en este campo.

Fama distingue en su artículo de 1970 tres tipos de eficiencia según la tipología de información que reflejen los precios. Estos son;

- Eficiencia Débil: El precio está formado a partir de los precios pasados. Esta eficiencia se basa en la teoría del paseo aleatorio.
- Eficiencia Semi-Fuerte: Tiene en cuenta la rapidez con la que el precio de una acción se reajusta ante la aparición de una información totalmente pública (cuentas anuales, ampliaciones de capital, etc.).
- Eficiencia Fuerte: Contempla el acceso a información por parte de inversores que se encuentran dentro de la organización o forman parte del día a día de la compañía. El uso del monopolio de información se conoce como "insider trading" y está penalizado por la ley.

Así, la hipótesis de eficiencia de los mercados no dice más que el precio de una acción refleja toda la información disponible. Esta asunción es la base para el cálculo de los rendimientos esperados en los modelos de mercados eficientes.

Con el paso de los años, Fama publica un artículo en 1991 matizando y mejorando su aportación a partir de la experiencia empírica y el análisis de lo ocurrido con la evolución de los precios. Fama declara que el paso del tiempo refuta tanto la teoría de la eficiencia de los mercados así como los modelos de valoración de activos (Sharpe-Lintner) ya que estos modelos aún siguen vigentes y forman parte de la literatura básica de las finanzas.

En esta revisión, el autor redefine las categorías de eficiencia. Así, la categoría de eficiencia débil pasa a denominarse test para predictibilidad de rendimientos dónde aparte de incluirse los precios históricos, se hace uso de variables como el rendimiento por dividendos y los tipos de interés. También se tiene en cuenta la evidencia de que la evolución de los rendimientos es estacional (por ejemplo, el efecto enero), así como la volatilidad de los precios.

La eficiencia Semi-Fuerte pasa a conocerse como el estudio de eventos y aunque no cambia la definición sí que el autor reafirma que la ocurrencia de ciertos eventos hace más evidente la existencia de eficiencia en la formación de precios derivada de eventos.

Por último la eficiencia fuerte, conocida como análisis de la información privada a partir de este artículo, clarifica que los llamados "insider" cuentan con una información que no se ve reflejada en el precio y que por ello pueden obtener rendimientos superiores si hacen uso de dicha información en el mercado.

#### Paseo aleatorio

El paseo aleatorio o "Random Walk" cómo se suele denominar en la literatura económica, es el primer paso para comprender lo que es un movimiento browniano que explicaremos más adelante. El paseo aleatorio es la formalización de la intuitiva idea de seguir pasos sucesivos. El paseo aleatorio más simple es el que describimos a continuación con las siguientes reglas:

Sea  $n > 0$ , definimos paseo aleatorio para el momento  $t$  como  $\{W_n(t), t > 0\}$ ;

- 1.- El valor inicial del proceso  $W_n(0) = 0$
- 2.- El espacio entre dos saltos sucesivos es igual a  $\frac{1}{n}$ .
- 3.- Los saltos de subida y bajada son iguales a  $\frac{1}{\sqrt{n}}$ , con igual probabilidad.

En otras palabras, si consideramos una secuencia de variables  $X_i$  binomial independiente que toma valores  $+1$  y  $-1$  con la misma probabilidad  $0.5$ , entonces el valor del paseo aleatorio en el  $i$ -ésimo momento, se define de forma recursiva de la siguiente forma.

$$W_n\left(\frac{i}{n}\right) = W_n\left(\frac{i-1}{n}\right) + \frac{X_i}{\sqrt{n}}$$

Para todo  $i \geq 1$

De acuerdo con el Teorema Central del límite, un paseo aleatorio, tiende a convertirse en una distribución normal estándar de media  $0$  y varianza  $1$ ,  $N(0,1)$  siempre y cuando el número de observaciones sea grande,  $n > 1000$

#### Movimiento Browniano Geométrico

El movimiento browniano geométrico, nace de la observación del botánico Robert Brown. Este movimiento browniano geométrico también recibe el nombre de proceso de Wiener. Este proceso lo que trata es de describir el movimiento de



las partículas existentes en un líquido o un gas. Estas partículas forman parte de un experimento en el que son bombardeadas por moléculas para causar movimiento.

Definiendo el proceso nos damos cuenta que el movimiento browniano geométrico es fundamental ya que forma parte de muchos otros procesos. Esto se refiere a;

- El fenómeno físico que las partículas inmersas en un fluido , se mueven de forma aleatoria o,
- Los modelos matemáticos usados para describir movimientos aleatorios.

El proceso browniano va un paso más allá del paseo aleatorio cuando el número de saltos se incrementa.

A continuación enumeraremos las propiedades de un proceso de Wiener al que denotaremos como  $B_t$ .

- Continuidad:  $B_t$  es continuo siendo  $B(t=0)=0$
- Normalidad: El incremento de un proceso browniano con un intervalo de tiempo de longitud igual a  $t$  sigue una distribución normal de media cero y varianza igual al propio incremento,  $t$ .
- Propiedad de Markov: La distribución condicional  $B(t)$ , dada información tal que  $s < t$  depende exclusivamente de  $B(s)$ .

El paseo aleatorio generalizado, o conocido también como Drift o deriva, del proceso browniano geométrico es un proceso estocástico  $B_t$ . Sean  $\mu$  y  $\gamma$  dos constantes el proceso se ejemplifica de la siguiente forma.

$$B_t = \mu t + \sigma W_t$$

Donde  $t$  es representa el tiempo y  $W_t$  el paseo aleatorio descrito en el apartado anterior.  $W_t$  puede ser escrito también de la siguiente forma.

$$W_t = \varepsilon * \sqrt{t}$$

El proceso descrito sigue una distribución normal de media  $\mu t$  y varianza  $\sigma^2 * t$ .

Si definimos la media del proceso como  $E(B_t)$  y la varianza como  $\text{Var}(x)$ , tendremos la siguiente expresión.

$$E(B_t) = E(\mu t + \sigma W_t) = \mu t + \sigma * E(W_t)$$

Esto se debe a que la media es una función lineal. Usando este argumento, sabemos que la media del paseo aleatorio es 0. Por lo que  $E(B_t) = \mu t$  mientras que la varianza es igual a  $t$ .

## 8.- Aplicación práctica

En este apartado del trabajo vamos a trabajar la vertiente práctica del CVA. La intención será calcular el CVA para una cartera de futuros OTC que una institución financiera mantiene con otra institución financiera. El futuro a un año de esa institución financiera en el momento que tomamos como referencia cotiza a 8,8034 Euros. Además tomamos los CDS a distintas fechas de esa contraparte ya que serán necesarios para el cálculo de la probabilidad de impago. Así mismo, otra de las variables que tomamos es tasa de recuperación a partir de la cual obtenemos el Loss Given Default.

Los datos han sido obtenidos a partir de Reuters con fecha 08/08/2014.

El CVA de gestión se va actualizando a diario ya que se nutre de datos de cotización diaria, por lo que difiere del CVA regulatorio que calcula el requerimiento de capital.

### 8.1.- Método Avanzado

Para valorar el CVA de un determinado derivado, la fórmula que usaremos será; (1)

$$CVA = LGD \int_0^T P(t) EE(t) dPD(0, t),$$

Cómo vemos es necesario pues contar con el LGD, el factor de descuento libre de riesgo, la exposición esperada y la probabilidad de default. Con estos cálculos lo que obtendremos es el CVA unilateral, que es aquel que mantiene unidireccionalmente una institución con una contrapartida concreta.

El método de simulación Montecarlo se usa para calcular la exposición esperada. Su cálculo se realiza a partir de la siguiente fórmula.

$$E(t) = \sum_{i=1}^n \max(V_i(t), 0)$$

Esta fórmula es la que se utiliza cuando no se netean las exposiciones entre contrapartes. Hay que tener en cuenta que la exposición es una variable aleatoria, y es por esto que

usamos Montecarlo para su cálculo. La exposición esperada será la media aritmética de las exposiciones obtenidas a través de la simulación para todos los momentos temporales.

Una vez tengamos estos datos, para el cálculo del CVA, la integral de la fórmula (1) se calculará de la siguiente forma;

$$(2) \quad \sum_{i=1}^k \frac{EE(t_{i-1})P(t_{i-1})+EE(t_i)P(t_i)}{2} (PD(t_i) - PD(t_{i-1})).$$

$PD(t_i) - PD(t_{i-1})$  es la probabilidad de impago de la contrapartida entre dos momentos temporales. Estas probabilidades se obtienen a partir de los spreads de CDS o ratings internos.

¿Qué derivado vamos a usar para ejemplificar el cálculo de CVA?

Nos hemos inclinado por hacer uso de una cartera de futuros de una institución financiera cuya contrapartida es otra de estas instituciones. Además, hemos elegido dos contrapartes europeas pudiendo así aislar el riesgo país. Con la compra de un futuro, el comprador se asegura el precio de un activo subyacente (acciones, materias primas, tipos de interés) en una fecha futura. El riesgo de contrapartida surge en el momento en el que el comprador, llegada dicha fecha futura no haga frente a su obligación de adquirir el subyacente al precio fijado. Al ser un derivado OTC y no pasar a través de una cámara de compensación, es latente la existencia del riesgo de contrapartida.

El valor del futuro en una fecha  $t$ , es igual a  $V(t) = S(t) - K$ , Siendo  $S(t)$  el valor de cotización del subyacente en el momento  $t$  y  $K$  el precio fijado en el futuro.

Para construir el modelo, haremos uso para el cálculo de la evolución de precios del subyacente el modelo Browniano Geométrico.

$$dS = \lambda S dt + \sigma S dW,$$

$W$  es el movimiento browniano,  $\lambda$  y  $\sigma$  son parámetros del modelo.  $S$ , por su parte es el precio del subyacente como ya hemos comentado.

El parámetro  $\sigma$  en nuestro modelo se corresponde con la volatilidad de la acción. Tomaremos  $\sigma$  como la volatilidad implícita por los precios de las opciones sobre  $S$  que finalizan en  $T$ . Para que el modelo sea neutral al riesgo, supondremos que  $\lambda = \frac{\sigma}{2}$

Cálculo de la exposición esperada con Matlab.

Una vez que contamos con el modelo, es la hora de calcular las exposiciones esperadas. Para ello, hay que calcularlas para  $k$  puntos en el futuro,  $t_1, \dots, t_k$ . En cada uno de estos puntos, el algoritmo que usaremos será el mismo.

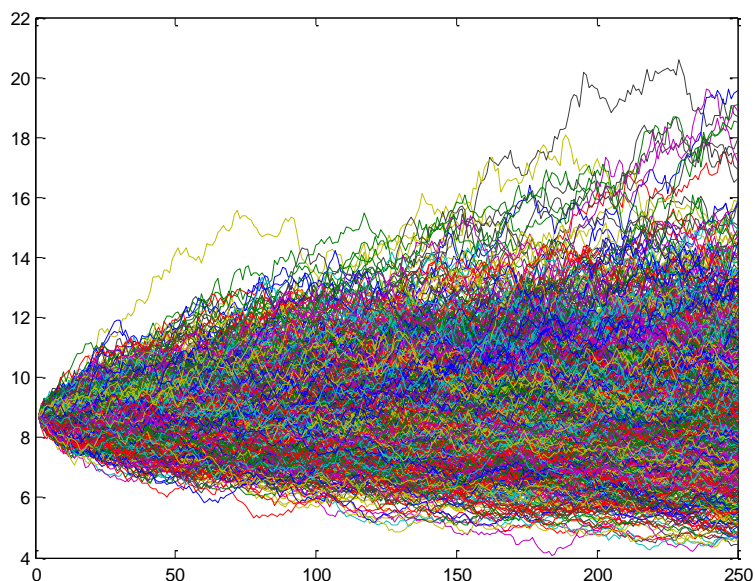
A través de la siguiente fórmula  $S(t) = S(0) \exp(\lambda t + x\sigma\sqrt{t})$ , con sus respectivas iteraciones iremos calculando cada  $S(t)$  a partir del valor del subyacente en el momento  $t=0$ ,  $x$  que será el valor del variable aleatoria, la volatilidad implícita explicada con anterioridad y el valor de lambda. Este modelo ha supuesto que los tipos de interés son 0 por lo que no usaremos la variable  $\mu$ .

Aquí veríamos el ejemplo de una iteración.

$$S_1(t_i) = S(0) \exp\left(-\frac{\sigma^2}{2}t_i + x_1\sigma\sqrt{t_i}\right).$$

Así pasaríamos a calcular la exposición en este escenario con la siguiente fórmula.

$$E_1(t_i) = \max(V_1(t_i), 0) = \max(S_1(t_i) - K, 0)$$



Iteraciones sobre los precios del forward

Esto lo repetimos un número de veces amplio que permita ajustar la exposición esperada al máximo ya que Montecarlo requiere de un muchas simulaciones para que el resultado obtenido tenga sentido.

$$E_1(t_i), E_2(t_i), \dots, E_N(t_i)$$

Entonces la exposición esperada será el cálculo de la media aritmética de todas las iteraciones en cada momento temporal calculado.

$$EE(t_i) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N E_j(t_i).$$

Una vez se calculan las exposiciones esperadas  $EE(t_1), \dots, EE(t_k)$ , podemos hacer uso de la fórmula (2) para afrontar definitivamente el cálculo del CVA.

Aplicando la fórmula (2), obtenemos el resultado que se buscaba para realizar el ajuste por CVA.

Así, en el momento de valorar la exposición, a su valor de mercado actual que sería el  $EE_0$ , hemos de realizarle un ajuste de 0,003104, que se corresponde con el valor monetario del riesgo de contrapartida medido a través del CVA por el método avanzado.

CDS	BBVA		
1 year	38,28	CVA unitario	0,003104
2 year	54,48	CVA nocional	310,4122
3 year	70,79	EEO	0,3816
4 year	83,86	Exposición ajustada por CVA	0,3785
5 year	96,98		
7 year	117,98		
10 year	133,51		
20 year	132,16		
30 year	131,78		
LGD <sub>MKT</sub>	60%		
PD	0,638		

Datos de CDS y LGD obtenidos en Reuters el 08/08/2014

## 8.2.-Método Estándar

En el siguiente apartado haremos uso de la valoración del CVA con el método estándar que propone el reglamento que hemos ido explicando en la primera parte del trabajo. Este método es el que la normativa designa en el caso de que las instituciones no hagan uso del método avanzado. Es un método más común al que pueden adherirse las instituciones que no puedan usar modelos internos.

Este método se deriva del cálculo de un VaR simplificado bajo una serie de restricciones. Estas restricciones son las siguientes

- Los spread de crédito tienen una estructura temporal.
- Los spread de crédito se distribuyen según una log-normal.
- Los spread de crédito se construyen a partir de una combinación de un factor de riesgo sistemático y un factor de riesgo idiosincrático. Idiosincrático hace referencia a un factor que solo afecta a un pequeño número de activos.
- La correlación entre un spread de crédito único y el factor de riesgo sistémico es igual a 0,5.
- Todos los índices de crédito se construyen a partir de un único factor sistémico.
- El horizonte temporal es corto.

La fórmula que se debe usar es la siguiente;

$$K = 2.33 * \sqrt{h} * \sqrt{\left( \sum_i 0.5 * w_i * (M_i * EAD_i^{total} - M_i^{hedg} * B_i) - \sum_i w_{ind} * M_{ind} * B_{ind} \right)^2 + \sum_i 0.75 * w_i^2 * (M_i * EAD_i^{hedg} * B_i)^2}$$

Las variables usadas en esta fórmula son definidas de la siguiente forma;

$w_i$  = Ponderación de la contraparte (Depende del Rating oficial)

$M_i$  = Vencimiento efectivo para el conjunto de operaciones netas con la contrapartida.

$M_{ind}$  = Vencimiento efectivo con cobertura sobre la contraparte

$EAD_i$  = Exposición en el momento de impago de la contraparte

$B_i$  = Nocional con la contrapartida

$w_{ind}$  = Ponderación del índice de cobertura

$M^{Hedge}_i$  = Vencimiento ajustado por el factor del índice de cobertura

$B_{ind}$  = Nocional correspondiente al índice.

Las ponderaciones que se incluyen en la fórmula se detallan a continuación.

Rating	Ponderación $w_i$
AAA	0,7%
AA	0,7%
A	0,8%
BBB	1,0%
BB	2,0%
B	3,0%
CCC	10%

Por su parte, Basilea III introduce un factor de descuento que se multiplica por cada componente de la  $EAD_i$  y los nocionales para obtener los valores descontados para poder usarlos en el cálculo del CVA. El factor de descuento es el siguiente.

$$FD = \left( \frac{1 - e^{-0,05 * M_i}}{0,05 * M_i} \right)$$

También es posible presentar este método excluyendo las coberturas es decir, cuando  $B_i = 0$  y  $B_{ind} = 0$

$$K = 2.33 * \sqrt{h} * \sqrt{\left(\sum_i 0.5 * w_i * (M_i * EAD_i^{total})\right)^2 + \sum_i 0.75 * w_i^2 * (M_i * EAD_i^{total})^2}$$

$$K = 2.33 * \sqrt{h} * \left(\sum_i w_i * (M_i * EAD_i^{total})\right)$$

En la primera parte del texto hemos ido explicando las variables que componen dicha fórmula por lo que en la valoración práctica iremos nombrando el significado de cada uno de los componentes del cálculo.

Para el cálculo usaremos la fórmula sin coberturas.

h	1
wi	0,80%
Mi	1
CVA unitario	0,00283 €
CVA nocional	282,780 €
Exposición inicial	0,37222 €
Exposición ajusta por CVA	0,36939 €

Tras realizar los cálculos vemos que el ajuste a realizar sobre la cartera con nocional 100.000 euros es de 282,78 euros. Sería el resultado de calcular el CVA a partir del método estándar.

Comparación de métodos

	Avanzado	Estándar
CVA unitario	0,00310 €	0,00283 €
CVA nocional	310,41219 €	282,780 €
EEO	0,38160 €	0,37222 €
Exposición ajustada por CVA	0,37850 €	0,36939 €

Vemos como con ambos métodos el resultado es similar aunque es ligeramente superior en el método avanzado. Esto quiere decir que es un método mucho más conservador y por lo tanto calcula un valor monetario del riesgo de contrapartida más alto.



## 9.- Implicaciones del cálculo de CVA en la gestión del capital

La crisis económica desencadena una espiral regulatoria nacida en EEUU y extendida a lo largo de las economías más avanzadas. Muchos son los diagnósticos que muchos economistas y reguladores hicieron sobre las causas que dieron lugar a la recesión económica más grave tras la gran depresión.

Una de las innovaciones financieras que fueron señaladas por todos son los derivados OTC. Se esgrimieron causas como deficiencias en el diseño de los mercados donde se negocian estos mercados así como la infraestructura del mismo. Aunque no fuera una de las principales razones por la que se produjo la crisis, sí que se considera como un propagador de la misma incrementando el riesgo sistémico.

Además, hay que tener en cuenta el rol tan importante que tienen los derivados OTC en los mercados financieros ante todo, para poder realizar coberturas.

Por esto, las principales políticas y normativas que se han tomado con el objetivo de reducir el riesgo de contrapartida han sido las siguientes.

- Establecer requerimientos de capital más altos para operaciones que no se compensan.
- Centrar la atención en la robustez de los acuerdos de gobernanza así como el marco de gestión del riesgo de las cámaras centrales de contrapartida.
- Mayor transparencia en la formación de precios
- Reforzar el seguimiento del riesgo de contrapartida con mayores exigencias de colateral según movimientos en los mercados.

Con estas líneas principales, a partir de las cuales se trata de mejorar el riesgo de contrapartida, se denota que el regulador busca incrementar la operativa a través de cámaras centrales de compensación ya que se han probado como una solución a este riesgo en aquellos mercados en los que se usa. El principal obstáculo a la implantación de este tipo de intermediarios entre contrapartes es la heterogeneidad de los derivados OTC. Las CCC sirven para compensar operaciones cuyos subyacentes cotizan en un mercado organizado por lo que la adaptación de los derivados OTC (mercado no

organizado) para que sean compensadas las operaciones se torna prácticamente imposible. Sobre la posibilidad de crear CCC que permitan gestionar de forma eficiente el riesgo de contrapartida ha escrito mucho Darrell Duffie, uno de los autores con mayor bagaje investigador en esta tipología de riesgo.

Dadas las dificultades, tanto técnicas como conceptuales para extender el uso de las CCC, reguladores como el Comité de Basilea han apostado por mitigar el riesgo de contrapartida con requerimientos adicionales de capital. Es aquí donde surge el concepto de CVA que trabajamos a lo largo del trabajo desde su aparición en Basilea III hasta su transposición a la normativa europea y su consiguiente aplicación por parte de la industria financiera.

Así, respondiendo al título de este apartado sobre las implicaciones que tiene el nuevo requerimiento de capital calculado a partir del CVA en la gestión del capital de las instituciones financieras podemos afirmar que aquellas compañías con posiciones en derivados OTC se ven obligadas a destinar mayores cantidades capital. Esto implica detraer capacidad prestataria a las instituciones afectadas en un entorno de difícil acceso al crédito. Es sencillo corroborar que las exigencias regulatorias introducidas a partir de la crisis financiera de 2008 minan la capacidad de proveer crédito a la economía por parte de las instituciones financieras. Si ya se han endurecido las exigencias de capital regulatorio, la inclusión de los buffers de capital, los nuevos ratios de liquidez o el ratio de apalancamiento conforman nuevas exigencias que tienen como objetivo reducir las distintas tipologías de riesgo, tratando de proteger así al inversor aunque en detrimento de flexibilidad y libertad de actuación por parte de las instituciones financieras.

Aunque este sea el principal hándicap de la nueva regulación, bien es cierto que era necesario fortalecer y robustecer el sistema financiero para mantener un crecimiento económico más sostenible y saludable en el largo plazo.

## 10.- Otras medidas de gestión del riesgo de contrapartida

El International Swap derivatives Association (ISDA) publica el "Standard Credit Support Annex". Dentro de estos SCSA se incluye el master agreement que es un documento que firman las partes del contrato OTC. Esta asociación de carácter privado se encarga de realizar publicaciones e investigaciones para mejorar la gestión del riesgo generado por los derivados en los mercados financieros. Sus principales actuaciones para mejorar la gestión de riesgos están encaminadas hacia la gestión del colateral para los contratos de derivados OTC, la anexión obligatoria al "Credit Support Annex", la promoción para adoptar el "Index Overnight Swap" como factor de descuento y alinear los mecanismos de colateralización de operaciones con derivados OTC y derivados compensados en cámaras centrales de contrapartida.

En resumen, esta organización busca crear un marco homogéneo de valoración que reduzca las barreras a la resolución de disputas entre contrapartidas.

Las instituciones financieras pueden adoptar las medidas del ISDA de forma voluntaria y cada vez son más entidades las que siguen los preceptos de esta organización para gestionar los diversos riesgos inherentes al sector financiero.

Vemos así que existen muchas formas de gestionar estos riesgos que hemos descrito por lo que el avance en el desarrollo de las infraestructuras de los mercados hará de la industria financiera un sector más seguro y transparente con el paso de los años. Esto evitará futuras crisis financieras que tanto daño hacen a la población.

## 11.- Conclusiones

El CVA, como medida de gestión del riesgo de contraparte, surge de las nuevas normas que los organismos reguladores internacionales de la actividad bancaria más importantes han puesto en marcha en el último lustro. A lo largo del trabajo hemos ido desgranando las legislaciones que más han cambiado el panorama financiero en este estrecho lapso de tiempo. Estos cambios han requerido y requieren a día de hoy de un esfuerzo importantísimo de adaptación para toda la industria sin excepción.

Nos hemos centrado en escudriñar las normativas más cercanas al ámbito en el que vivimos por lo que hemos partido desde Basilea II y III para pasar a estudiar en profundidad cómo la comisión europea trata en el reglamento 575/2013 el riesgo de contrapartida. A partir de aquí hemos visto otras normas que complementan a estas dos como es la IFRS 13 y los estándares técnicos de la Autoridad Bancaria Europea (EBA). También hemos hecho referencia a uno de los proyectos normativos más importantes que han visto la luz como es la EMIR, que busca ejercer un control férreo de los derivados OTC que se comercializan en la economía europea.

Poniendo el foco en la norma, podemos decir que es flexible con las instituciones ya que permite varias formulaciones según el tamaño y relevancia de la organización dentro del sistema financiero. Es por esto que propone un método estándar para aquellas organizaciones que no cuenten con suficientes recursos como para desarrollar una metodología de cálculo propia. Esta metodología está basada en un cálculo sencillo derivado de un cálculo de VaR paramétrico con un nivel de confianza del 99% y no intensivo en uso de información.

Por otro lado tenemos el método avanzado. Las instituciones financieras que utilicen este método han de desarrollarlo por sí mismas y el regulador correspondiente habrá de dar su visto bueno para que sea posible su utilización como medidor de riesgo de contrapartida. Este método requiere de una mayor cuantía de información así como una monitorización constante ya que usa datos diarios. Entre sus variables más importantes están los CDS que son tomados a diario e incorporados al modelo. Además, es muy importante el cálculo a futuro de las exposiciones esperadas en cada momento temporal en los que son simuladas las exposiciones. El CVA que nos describe la norma es el conocido como CVA regulatorio y que es el necesario para el cálculo de la carga de capital regulatorio para monetizar el riesgo de contrapartida.

Para finalizar, hemos comprobado que las medidas para gestionar el riesgo de contrapartida no se reducen al cálculo del CVA, cuestión central del trabajo. Existen incentivos por parte del regulador en incrementar el uso de las cámaras centrales de contrapartida y se busca por parte de reguladores y organismos independientes estandarizar lo máximo posible los productos y procedimientos de comercialización de derivados. También se han incluido

nuevos requisitos de reporte de información que mejoran la eficiencia del mercado.

En definitiva, estamos viviendo años de espiral regulatoria que permitirán la construcción de un sector financiero que será capaz de generar confianza en la sociedad y sentará las bases de un desarrollo económico más sostenible en los años venideros.

## 12.- Anexos

### Código Matlab

```
% Simulación Montecarlo para cálculo de exposiciones para el CVA
% Cálculo de la exposición de forwards BBVA
clear
T=1
n=250
t=T/n
z=1000
k=8.3084 %valor del forward a 1 año
S0=8.69
ST=ones(z,1)*S0
sigma=0.2555
lambda=sigma^2/2

% una iteración ST=S0*exp(lambda*t+normrnd(0,1,1,1)*sigma*sqrt(t))
% con el bucle, conseguimos hacer el número de iteraciones que
deseamos

for i=1:z
for j=2:n

ST(i,j)=ST(i,j-1)*exp(lambda*t+normrnd(0,1,1,1)*sigma*sqrt(t));

end
end

plot(ST');

%Ahora hemos de calcular la exposición esperada calculando la media.
%Obtenemos un vector de las medias para cada día.

%valor del forward

Exposure= max((ST-k),0);

EE=mean(Exposure);

%Una vez tenemos calculadas las exposiciones esperadas debemos
calcular la
%integral correspondiente a la fórmula del cálculo avanzado.

%Vamos a dividir la fórmula en dos partes para poder desglosar el
proceso
%de manera sencilla.
% Antes hay que determinar el tipo de interés libre de riesgo.
Escogemos el
% euribor a 1 año y lo pasamos pasamos a euribor diario.

r=0.00001932

for h=2:250
integral_1(1,h-1)=(EE(1,h-1)*r+EE(1,h)*r)/2;
end
```

Credit Valuation Adjustment: Medición del Riesgo de Contrapartida

```
PD1=exp(-0.003828*(t-1)/0.6)-exp(-0.003828*t/0.6);
```

```
% La probabilidad de default la calculamos como cociente del CDS a  
% 1 año y el LGD
```

```
PD=0.64;
```

```
Integral=integral_1*PD;
```

```
% Aquí realizamos el sumatorio para el cálculo de la integral.
```

```
CVA=sum(Integral,2);
```

```
% En este último cálculo obtenemos el total de CVA para la posición  
% completa de 100000 euros de notional.
```

```
CVAnotional=CVA*100000;
```

EE 250 sesiones						
0,3816	0,635152	0,841815	0,999179	1,16941	1,31837	1,441344
0,384572	0,638799	0,847741	1,001528	1,171251	1,324865	1,449637
0,383544	0,64269	0,855246	1,00594	1,171954	1,323738	1,453628
0,382891	0,646433	0,857637	1,014157	1,171125	1,32179	1,459863
0,391911	0,653482	0,869235	1,018749	1,183905	1,312036	1,461713
0,403839	0,663166	0,877536	1,028226	1,192861	1,315443	1,470285
0,414272	0,66876	0,884505	1,037407	1,194855	1,319285	1,467529
0,421364	0,673578	0,893793	1,039309	1,196817	1,321312	1,46831
0,424421	0,680951	0,892143	1,046506	1,201913	1,325452	1,475969
0,424458	0,686025	0,90013	1,05621	1,204678	1,332927	1,478566
0,428329	0,691673	0,907206	1,067473	1,206993	1,33912	
0,441825	0,700885	0,901721	1,072801	1,206382	1,345112	
0,449023	0,708776	0,909069	1,072402	1,211405	1,337868	
0,455729	0,714678	0,908281	1,074187	1,21966	1,34422	
0,465216	0,718241	0,916535	1,075945	1,224171	1,348604	
0,46761	0,723039	0,915736	1,082063	1,231283	1,356852	
0,481304	0,725059	0,923416	1,093804	1,240714	1,362339	
0,490761	0,730778	0,926378	1,095836	1,248295	1,370037	
0,49528	0,732168	0,929928	1,10338	1,248824	1,375857	
0,502466	0,7385	0,940856	1,108225	1,262604	1,375382	
0,507446	0,749753	0,940314	1,107272	1,264671	1,373748	
0,518794	0,752383	0,952767	1,10652	1,264878	1,374473	
0,527269	0,75694	0,950226	1,112825	1,27106	1,377253	
0,537626	0,769143	0,946829	1,112829	1,272399	1,378485	
0,545057	0,775923	0,956971	1,118835	1,272496	1,384945	
0,557139	0,780284	0,958423	1,125926	1,270858	1,393951	
0,561444	0,782707	0,955481	1,130736	1,274466	1,400537	
0,572293	0,788957	0,961058	1,132272	1,274933	1,405101	
0,573128	0,790439	0,968982	1,142395	1,278653	1,40414	
0,580019	0,797036	0,969715	1,14586	1,283524	1,405858	
0,587385	0,80235	0,974254	1,147206	1,292085	1,409543	
0,598848	0,805068	0,973904	1,151027	1,300596	1,407491	
0,601302	0,805275	0,981877	1,151395	1,299465	1,410371	
0,603143	0,807775	0,993177	1,151458	1,303205	1,411047	
0,600932	0,810396	1,003222	1,148589	1,309973	1,416316	
0,605904	0,818188	1,001789	1,151737	1,314845	1,427152	
0,613896	0,819097	1,004196	1,152009	1,319823	1,426025	
0,617674	0,826085	0,998792	1,15333	1,315186	1,431065	
0,618202	0,833203	0,99594	1,158968	1,313706	1,430386	
0,618343	0,835836	0,998818	1,154731	1,320922	1,436064	

Exposiciones esperadas utilizadas en el método avanzado



EAD adj									
0,372217	0,430917	0,431212	0,385411	0,331616	0,253415	0,177874	0,108641	2,42E-05	0,019486
0,369925	0,429087	0,426928	0,386753	0,327691	0,249618	0,175482	0,106193	0,058923	0,018176
0,371067	0,428409	0,424285	0,384355	0,324	0,245709	0,172264	0,103685	0,056673	0,016904
0,376534	0,43109	0,423493	0,382187	0,322621	0,242515	0,169267	0,101245	0,054819	0,015728
0,387855	0,438725	0,423795	0,378935	0,317484	0,239149	0,166778	0,098663	0,052983	0,014591
0,397251	0,438564	0,426258	0,379484	0,314423	0,236072	0,163496	0,096639	0,051105	0,013469
0,405239	0,441627	0,422088	0,379451	0,313507	0,233934	0,160343	0,094311	0,049267	0,012424
0,406423	0,440936	0,421684	0,378223	0,312268	0,230796	0,15764	0,092122	0,047669	0,011387
0,404674	0,441209	0,421932	0,375508	0,307537	0,228261	0,154077	0,090315	0,045682	0,010392
0,414281	0,444432	0,41974	0,370368	0,303729	0,226131	0,150727	0,087595	0,044102	0,009414
0,422971	0,446394	0,421109	0,367239	0,300018	0,223009	0,14772	0,085053	0,042589	0,008473
0,4232	0,441659	0,418727	0,365932	0,296007	0,219443	0,144445	0,082767	0,040894	0,007571
0,424235	0,442214	0,416056	0,362927	0,294356	0,217009	0,141996	0,080733	0,039124	0,006756
0,42762	0,442938	0,41612	0,359532	0,289467	0,215281	0,139412	0,0784	0,037496	0,006005
0,429661	0,44494	0,416573	0,356066	0,285989	0,212254	0,136653	0,076232	0,035768	0,005272
0,430209	0,441728	0,418178	0,355953	0,28353	0,20882	0,133828	0,07387	0,034252	0,004601
0,436394	0,444953	0,414364	0,352886	0,281106	0,205117	0,131441	0,071316	0,032394	0,003975
0,440647	0,44743	0,411286	0,352529	0,279142	0,201216	0,1283	0,069067	0,030763	0,003401
0,44192	0,443204	0,411491	0,351287	0,27838	0,198763	0,126278	0,067258	0,029261	0,002856
0,440756	0,445263	0,410894	0,34855	0,273731	0,19693	0,123383	0,065134	0,027807	0,002371
0,446166	0,4419	0,408783	0,345573	0,270707	0,194557	0,120837	0,06307	0,02644	0,001924
0,447899	0,441978	0,403574	0,341657	0,267387	0,190873	0,118758	0,06093	0,024943	0,001521
0,43959	0,438586	0,40097	0,341301	0,26449	0,185915	0,116633	0,000384	0,023474	0,001161
0,437762	0,434159	0,396152	0,337191	0,260295	0,183344	0,11357	0,000217	0,022051	0,000852
0,432615	0,434795	0,393203	0,333233	0,257822	0,180736	0,110896	9,64E-05	0,020757	0,000594

Exposiciones en momento de impago utilizadas en el método estándar

### 13.- Referencias Bibliográficas

Ahlberg, J. (2013). Credit Value Adjustment (Doctoral dissertation, Master Thesis, Lunds Universitet).

Assefa, S., Bielecki, T. R., Crépey, S., & Jeanblanc, M. (2011). CVA computation for counterparty risk assessment in credit portfolios. *Credit Risk Frontiers: Subprime Crisis, Pricing and Hedging, CVA, MBS, Ratings and Liquidity*, 397-435.

Basel Committee on Banking Supervision, *Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems*. Bank for international settlements,

Black, F. and Scholes, M. (1973): "The pricing of options and corporate liabilities", *Journal of political economy*, Mayo-Junio, págs. 637-654.

Blanchet-Scalliet, C., & Patras, F. (2008). Counterparty risk valuation for CDS. arXiv preprint arXiv: 0807.0309.

Brigo, D., & Chourdakis, K. (2009). Counterparty risk for credit default swaps: Impact of spread volatility and default correlation. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 12(07), 1007-1026.

Brigo, D., & Masetti, M. (2005). Risk neutral pricing of counterparty risk.

Dmouj, A. *Stock price modelling: Theory and practice*. Vrije University, Faculty of Sciences. Amsterdam, The Netherlands.

Duffie, D., & Zhu, H. (2011). Does a central clearing counterparty reduce counterparty risk?. *Review of Asset Pricing Studies*, 1(1), 74-95.

Duffie, D., Li, A., & Lubke, T. (2010). Policy perspectives on OTC derivatives market infrastructure (No. 424). Staff Report, Federal Reserve Bank of New York.

Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work\*. *The journal of Finance*, 25(2), 383-417.

Fama, E. F. (1991). Efficient capital markets: II. The journal of finance, 46(5), 1575-1617.

Franzén, D. (2014). Credit Valuation Adjustment (Doctoral dissertation, KTH-Royal).

Gregory, J. (2010). Counterparty credit risk: the new challenge for global financial markets (Vol. 470). John Wiley & Sons.

Hammersley, J. M., & Handscomb, D. C. (1964). Monte carlo methods (Vol. 1). London: Methuen.

Pykhtin, M., & Zhu, S. H. (2006). Measuring counterparty credit risk for trading products under Basel II. RISK Books.

Reglamento de la (UE) n° 648/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de julio de 2012 relativo a los derivados extrabursátiles, las entidades de contraparte central y los registros de operaciones.

Reglamento de la (UE) n° 575/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2013, sobre los requisitos prudenciales de las entidades de crédito y las empresas de inversión.

Zhu, Steven H. and Pykhtin, M., A Guide to Modeling Counterparty Credit Risk. GARP Risk Review, July/August 2007. Disponible en SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1032522>