



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Validación de los modelos de valuación para instrumentos
financieros derivados**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

A C T U A R I A

P R E S E N T A:

MARÍA EUGENIA PALOMERA MANCILLA



**DIRECTOR DE TESIS:
ACT. GLORIA ROA BÉJAR**

2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del alumno

Palomera
Mancilla
María Eugenia
5621 9884
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Actuaría
089017328

2. Datos del tutor

Act.
Gloria
Roa
Béjar

3. Datos del sinodal 1

Act.
Ana Lilia
González
López

4. Datos del sinodal 2

M. en F.
Luis Felipe
Santos
Torres

5. Datos del sinodal 3

Act.
José Alfredo
Carmona
Olguín

6. Datos del sinodal 4

Act.
Gildardo Yahveh
Romero
Rodríguez

7. Datos del trabajo escrito.

Validación de los modelos de valuación para
instrumentos financieros derivados
91p
2012

Agradezco a Dios y a la vida:

Mi maravillosa familia, mi madre, tías, hermana, primos, cuñados y sobrinos

Mi feliz y armonioso compañero de vida

Mis amigas y amigos con los que disfruto vivir

Mis maestros y guías quienes hacen más fácil mi camino

Mis jefes y equipos que me ayudan a impulsarme

Mi alma mater la UNAM y mi carrera

Mi trabajo que disfruto en cada momento

Los triunfos y fracasos, que me hacen ser mejor

El tiempo, para lograr mis sueños

El amor y la pasión de cada día

Gracias a todos, en especial a mi tutor, sinodales y maestros que confiaron en mí para realizar este proyecto.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO UNO	
1. Origen, esquemas de referencia, regulación y estadísticas de los instrumentos financieros derivados	8
1.1 Origen e historia de los instrumentos financieros derivados	
1.2 Esquemas de referencia relacionados con la operación de instrumentos financieros derivados	
1.3 Regulación y estadísticas del mercado mexicano	
CAPÍTULO DOS	
2. DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS BASICOS PARA INSTRUMENTOS FINANCIEROS DERIVADOS, TEORÍA EN LA LITERATURA ESPECIALIZADA	38
2.1 Revisión de la literatura especializada en modelos de valuación para derivados	
2.1.1 Productos derivados extra-bursátiles (OTC)	
2.1.2 Productos derivados en mercados reconocidos en México (bursátiles)	
CAPÍTULO TRES	
3. ANÁLISIS CUALITATIVO Y CALIBRACIÓN DE LOS MODELOS DE VALUACIÓN PARA DERIVADOS	50
3.1 Análisis cualitativo de los modelos de valuación para derivados	
3.1.1 Productos derivados extra-bursátiles (OTC)	
Observaciones y Sugerencias	
3.1.2 Productos derivados en mercados reconocidos en México (bursátiles)	
Observaciones y Sugerencias	
3.2 Calibración de los modelos de valuación para derivados	
3.2.1 Productos derivados extra-bursátiles (OTC)	
3.2.2 Productos derivados en mercados reconocidos en México (bursátiles)	
CONCLUSIONES	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXO 1	88

INTRODUCCIÓN

El tema de nuestro interés, es revisar el **Proceso de Validación de los Modelos de Valuación**, con base en los esquemas de referencia y para dar cumplimiento a las reglas, disposiciones o requerimientos de las instituciones reguladoras del país, tanto para las instituciones reguladas como no reguladas que operan instrumentos financieros derivados.

El presente trabajo considera los esquemas de referencias internacionales que se desarrollan alrededor de los instrumentos financieros derivados, como son:

- COSO Framework: Control Interno de operaciones con Derivados
- Recomendaciones del Grupo de los treinta (G-30): Mejores Practicas
- Basilea Framework: Guía de Administración de Riesgos y Control Interno de Derivados

Estos esquemas describen mejores prácticas para adoptar en instituciones que llevan a cabo operaciones financieras, en particular sobre la operación y medición de los instrumentos derivados.

Los esquemas de referencia de los instrumentos financieros derivados en México y la validación de modelos de valuación, se realizan dando cumplimiento a los requerimientos emitidos por los reguladores mexicanos, según corresponda:

- Banco de México (Banxico), solicita pre-requisito para que intermediarios participen en la operación con instrumentos financieros derivados, bajo la circular 4/2006 y la 4/2006 bis y su anexo con 31 requerimientos.
- La Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), bajo sus disposiciones establecidas; Circular Única de Bancos, Circulares del Mercados Futuros y Opciones cotizados en bolsa, Circular Única de Casas de Bolsa y la Circular Única de Instituciones Financieras Especializadas. Donde establece procesos, controles, reportes y reglas para operar, valorar, contabilizar y distribuir los instrumentos derivados.
- La Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF), establece disposiciones de carácter general para la operación, registro y revelación de las operaciones con productos derivados y lineamientos de carácter prudencial en materia de administración integral de riesgos financieros

- La Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR), emitió reglas prudenciales a las que deberán sujetarse las administradoras de Fondos para el Retiro y sociedades de Inversión especializadas de Fondos para el Retiro para celebrar operaciones con derivados, así como en materia de administración de riesgos a las que deberán sujetarse

Es importante resaltar que la validación de modelos debería complementarse con una **evaluación del proceso, organización, sistemas y contabilidad de estos productos**. El principal objetivo de la validación de derivados es dar un informe sobre la condición financiera de los derivados basándose en la propia definición presentada por las Instituciones.

Considerando que los Instrumentos Financieros Derivados han surgido de la necesidad de crear nuevas formas de operación, dados los cambios estructurales en los sistemas bursátiles y financieros, lo que implica innovación en los instrumentos y mecanismos de operación. Lo anterior permite ofrecer a los inversionistas tanto a nivel nacional como internacional una amplia gama de valores y de mecanismos de inversión por medio de los cuales se tiene la oportunidad de obtener adecuados niveles de rentabilidad, financiamiento así como control de los riesgos tanto para los demandantes como los oferentes de los diferentes mercados.

Las características únicas de los derivados y su sofisticación llevan a los usuarios, revisores y autoridades a obtener habilidades y conocimiento especial para planear y ejecutar sus procesos de revisión, tanto en los sistemas informáticos, en la aplicación para la estimación del valor, los riesgos inherentes y sobre el control para actividades de cobertura y de toma de riesgos. Además al incrementar su volumen de operación y sofisticación de producto, se requiere mayor autorregulación y mecanismos para validar su eficiencia.

Al iniciar una revisión de este tipo, es necesario considerar los 31 requerimientos del anexo 8¹ incluidos en la circular de Banxico antes mencionada, en específico el punto 24. Asimismo, es necesario tomar las normas internas de la institución para la operación de derivados. Esta revisión deberá ser realizada por personal especializado e independiente de los desarrolladores de los modelos, para evitar con ello el conflicto de interés.

¹ Los 31 puntos de Banxico se encuentran como anexo 1

Tomando los requerimientos regulatorios y definiendo que una validación es el proceso de revisar la solución de un modelo matemático para asegurar que los valores tengan sentido y que las decisiones resultantes puedan llevarse a cabo con base en estos. Es importante, resaltar que algunas veces los modelos pueden no captar los detalles y limitaciones requeridos por cada instrumento, por ejemplo diferentes plazos de cupón, errores en las bases de datos, particularidades por operación, etc....

Considerando la información anterior se da alcance a la validación de los modelos de valuación mediante la prueba de una muestra representativa de las transacciones de los productos derivados operados por una institución, el presente trabajo muestra los temas que requiere conocer y los pasos que son necesarios recorrer:

En el primer capítulo se presenta el origen e historia de los productos derivados, se muestran los esquemas de referencia que dan origen a las reglas y mejores prácticas aplicables en la operación de instrumentos financieros, así como la regulación y estadística del mercado mexicano.

En el segundo capítulo, la propuesta es identificar los productos financieros derivados que la institución pretende operar y cuales tiene aprobado tanto de forma interna como por un externo. Se requiere investigar en la literatura si existen los modelos aplicados por la institución y si están contenidos en la literatura especializada, es necesario anotar en cada instrumento la referencia bibliográfica. En caso que los modelos sean especializados o hechos a la medida de la institución se requiere revisar su respaldo metodológico.

En el tercer capítulo, se realiza la validación de los modelos de valuación y fuentes de información utilizados por la institución. Para la validación cualitativa se tiene que revisar la describir de la metodología incluyendo fórmulas, variables y su explicación, de las cuales en caso de ser necesario se realizaran observaciones. Para la calibración se debe obtener la base de datos con la posición en instrumentos derivados o en caso de no tener posición se pueden considerar ejercicios hipotéticos para lograr:

- Identificar los parámetros usados para la valuación (plazo, tasas de interés tipos de cambio, etc.).
- Replicar los modelos de valuación, obtener los cálculos y compararlos con los reportados por la institución.

- Realizar la descripción de los factores de riesgo utilizados, así como su calibración, con valuación a mercado de las posiciones (marcar a mercado): Este término se conoce como "*Mark-to-Market*", consiste en medir el valor justo o de mercado de la posición.

Ahora contamos con el marco teórico necesario para mostrar y darle seguimiento a la validación de los modelos de valuación de instrumentos derivados, lo cual como ya se plateo permite dar certeza, comprensión y control a este tipo de operaciones, para cualquiera de las figura que participa en este mercado.

1. Origen, esquemas de referencia, regulación y estadísticas de los instrumentos financieros derivados

1.1 Origen e historia de los instrumentos financieros derivados

En las últimas décadas, se han adoptado nuevos mecanismos y estrategias de negocios, los cuales han mostrado su eficiencia y ventajas, tanto para inversionistas individuales como para el sistema financiero. Como son los instrumentos financieros derivados, denominados así porque su rendimiento depende del valor de uno o varios instrumentos básicos (activos subyacentes) al que están referidos o del que derivan. Dichos productos dependen tanto de valores financieros, mercancías, climáticos, metales, entre otros.

La aplicación de estos, surge de la necesidad de los inversionistas para reducir sus riesgos, así como de obtener ganancias originadas de la combinación adecuada de las diferentes alternativas y la posibilidad de apalancamiento que ofrecen estos productos.

Los instrumentos derivados dentro de sus principales característica presentan su gran flexibilidad con la que se aplican en especial en el mercado llamado “Over - The - Counter (OTC)²” y es posible operarlos en bolsas organizadas ofreciendo estandarización en los productos así como una amplia gama de aplicaciones comprendiendo todas las áreas de actividad financiera.

Los **usuarios finales** de los instrumentos derivados se pueden identificar como dos tipos básicos:

- Inversionistas.- Los inversionistas buscan hacer una ganancia a partir de los cambios en el valor de los derivados. Los inversionistas llegan a hacer arbitraje.
- *Coberturistas (Hedgers)*.- Buscan reducir el riesgo de pérdida, reducir la variabilidad de resultados futuros o ambos. La cobertura es una práctica muy común entre empresas manufactureras, organizaciones no lucrativas, bancos, aseguradores, constructores y hasta personas físicas.

Los **participantes** en dichos mercados son:

- Intermediarios financieros
- Bolsas
- Corredores o *traders* que compran y venden derivados

² Mercado extrabursátil o de mostrador. Es decir fuera de un piso de remate en el mercado interbancario

- Usuarios finales (corporativos y personas físicas)
- Autoridades regulatorias nacionales e internacionales, incluyendo el concepto de sanas practicas de negocio

Una pregunta usual que nos hacemos es ¿Existe beneficio o riesgo de los instrumentos derivados?, se ha considerado a los derivados como instrumentos que provocan grandes pérdidas y cuyo uso debería ser restringido. Pero también existe un punto de vista opuesto, donde el uso correcto de los derivados permite estabilizar los portafolios y mercados ya que ayuda a diversificar y cubrir los riesgos de los mismos.

Los derivados, por su naturaleza y definición, son instrumentos **“apalancados”**, lo cual implica que:

- Requieren poco o nulo desembolso para concertarse
- Las pérdidas o ganancias que generan, suelen ser importantes, dependiendo del movimiento del(los) subyacente(s) y los montos asociados al derivado
- Al ser altamente apalancados requieren ser **controlados con precisión**

Este tipo de instrumentos financieros tienen **riesgos y características asociados**, tales como:

- Riesgo de crédito
- Riesgo de mercado
- Riesgo legal
- Seguimiento a los niveles de eficiencias en la Cobertura de riesgos
- Alto apalancamiento (menor inversión que en los subyacentes)
- Ofrecen mayor generación de información de precios y tendencias
- Originan diversidad de estrategias
- Contribución a la estabilización de los mercados de contado o físicos
- Permiten el arbitraje entre mercados

Los instrumentos derivados más comunes y de mayor uso son los futuros, opciones, *forwards*, *warrants* y *swaps* de los cuales se mostrara su historia y el desarrolló del mercado de instrumentos derivados.

Para los contratos **Forwards**, su primer uso conocido se realizó en Francia en las ferias regionales organizadas por los condes de Champagne. Después en 1688, se describe en detalle

el funcionamiento de estos instrumentos en un libro llamado “Confusión de confusiones” de José de la Vega, donde describe las costumbres y prácticas en vigor en la bolsa de Amsterdam, detallando los contratos a plazo o *forward* sobre acciones de la Compañía de Indias y de Holanda (Dutch East India Company) y ofrece la etimología de la propia palabra Opción. Los *Forwards*, llamados también contrato adelantado, obligan a su poseedor a comprar o vender un activo a un precio establecido en una fecha posterior estipulada. Se negocian de manera extrabursátil en el mercado OTC³.

Estos instrumentos fundamentalmente se utilizan para protegerse de movimientos no anticipados por ejemplo de tipo de cambio, tasas de interés, etc., así como para especular.

En general los *forwards* operan de la siguiente forma: si al vencimiento el precio actual (*spot*) es más alto que el precio acordado (en el contrato *forward*), el vendedor pagará al comprador un monto que es igual al diferencial de precios (tasas de interés) por el monto acordado. Si el precio (tasa de interés) es más bajo que el precio (tasa de interés) acordado, la situación se invierte.

El uso de *forwards* en México se llevaba a cabo activamente antes de la crisis de los 80s. Más aun en 1985 cuando el gobierno mexicano prohibió a los bancos extranjeros (salvo Citibank) recibir y entregar pesos en el extranjero, las instituciones ya no tuvieron acceso al mercado peso/dólar por lo que el mercado de contratos adelantados desapareció. Es así como se crea el mercado de coberturas cambiarias de corto plazo en 1987, este mercado ofrece protección contra devaluaciones inesperadas del peso frente al dólar estadounidense, no implica recibir o entregar dólares ya que todas las liquidaciones se efectúan en moneda nacional.

En el caso de la **operación de Futuros**, el primer caso conocido de un mercado de futuros organizado data de 1600 en Japón, desarrollándose en el problema de “*mismatch*” de activo y pasivo entre las rentas y los gastos de los señores feudales japoneses (con muchas características de las empresas actuales). En esta época un inicio importante fue la emisión de recibos contra arroz depositado en almacenes, lo que hacía más líquidas las reservas de arroz, dado que los recibos se podían comprar y vender llegando a funcionar como otra divisa. Después en 1730, el mercado de arroz de Dojima se designa como “mercado de arroz a plazo”, mostrando características de un moderno mercado de futuros.

³ Operaciones entre bancos ó entre bancos y clientes corporativos.

A mediados del siglo XIX, Chicago se convirtió en el centro de comercio de grano de los Estados Unidos, de donde aparecen los mercados de futuros de Nueva York y Chicago, dado que los agricultores y procesadores de grano enfrentaban grandes riesgos de variación inesperada de precios. Ante esta necesidad se originó el Chicago Board of Trade y el Chicago Produce Exchange⁴, siendo sus objetivos manejar las transacciones al contado y realizar contratos al arribo, que en esencia eran contratos adelantados que especificaban la cantidad de grano y su precio para entrega en una fecha futura. Al encontrar incumplimientos de contratos, se vio la necesidad de estandarizar y hacer valer los contratos adelantados. Es así como nace la casa de compensación la cual asume las responsabilidades sobre el riesgo crediticio de su contraparte (tanto de compradores y vendedores), es asumido, gracias a un depósito conocido como margen (margen inicial y de variación).

Después de este momento los agricultores y procesadores de grano no solo realizaron contratos adelantados sino también los comerciaban, es así como se permitía la bursatilización de los contratos de futuros de mercancías. Como se puede apreciar el contrato de futuros es uno de los instrumentos derivados más antiguos, en la actualidad son de los más revolucionados, versátiles y de mayor aceptación, por lo cual son altamente bursátiles. En estos contratos se compromete la entrega física del bien, aunque frecuentemente no sucede, ya que antes de la fecha de vencimiento se cancela la posición tomada (si se compró se vende y por el contrario, si se vendió se compra).

Las principales características de este instrumento son:

- La estandarización del contrato (*forward estandarizado*)
- Son negociables en un mercado organizado (se compran en bolsas)
- Cuenta con dispositivos de márgenes y capital para respaldar su integridad
- Son presididas por la cámara de compensación (*clearing house*)
- El precio constituye su única variable⁵

Es importante hacer notar, que aunque el comprar/vender futuros no tiene un costo inicial, con su uso se sacrifica cualquier ganancia de capital que se pudiera haber tenido al no fijar el precio del bien subyacente. Un aspecto importante en este instrumento, es la diferencia que debe teóricamente existir entre el precio spot y el precio futuro, mejor conocido como base

⁴ Posteriormente llamado Chicago Mercantile Exchange.

⁵ Los contratos de futuros son uniformes y no negociables en lo referente al tamaño del contrato, la calidad, periodo de entrega o vencimiento, etc., cuando ya han sido acordados. La única variable negociable en el contrato es su precio.

teórica (precio futuro teórico), que es la diferencia entre el costo de financiamiento y el rendimiento del activo hasta el vencimiento del futuro. Conforme se aproxime la fecha de entrega, la base se reduce a cero.

Una institución importante en el desarrollo de las operaciones de futuros es la cámara de compensación, siendo su principal objetivo romper el vínculo entre compradores y vendedores, este punto es fundamental para la bursatilidad de los contratos de futuros. La cámara de compensación, se convierte en la contraparte legal tanto de compradores como de vendedores lo cual implica que no tengan que vincularse entre ellos. Permitiéndoles que entren al mercado sin preocuparse acerca del riesgo crediticio de la contraparte (ya que es la cámara de compensación), esto permite que los participantes del mercado cuadren su posición (cancelando la venta con una compra o a la inversión) y que aumenten o disminuyan ésta sin necesidad de buscar y transar con su contraparte original. Realiza compensaciones y transferencias diarias de recursos de aquellos participantes que perdieron dinero a las cuentas de los que ganaron.

La cámara de compensación puede garantizar⁶ el cumplimiento de los contratos de futuros, ya que hacen uso de su complejo esquema de depósitos de buena fe, es decir, de margen de garantía. Los márgenes de garantía hacen posible el funcionamiento del mercado porque sirven de capital para respaldar y evitar que se tomen riesgos de crédito sobre ningún participante, o sea, minimizar los incumplimientos ya que a través del sistema se vigila diariamente la transacción (*mark to market*).

El uso del margen aumenta el atractivo de los futuros como vehículo especulativo, ya que una pequeña cantidad de margen inicial permite al inversionista controlar un contrato con un valor nominal mucho más amplio. Margen de Variación; una vez tomada una posición, las variaciones en la cotización del contrato representan ganancias o pérdidas virtuales, mientras no se liquide el contrato. Todos los días la cámara de compensación revaloriza posiciones, calcula pérdidas y ganancias y las carga o acredita cuando los abonos o los cargos exceden cierto monto (establecido por la bolsa), la bolsa paga o exige un margen de variación que corresponde al margen adicional que se deposita antes de la apertura del mercado del siguiente día hábil. Si no se cubre, la posición se cierra automáticamente obligando a cubrir el pago del margen que debe. Evitando que se acumulen las pérdidas que no se pueden pagar.

⁶Asumir el riesgo de incumplimiento de los contratos.

Las **Opciones** al igual que los futuros cuentan con una trayectoria histórica muy amplia. Existen registros de los contratos de opciones, desde mediados del siglo XVII en Holanda, se realizaban sobre acciones. Después en Francia se generó un mercado informal de opciones.

En su concepto actual, aparecen en Estados Unidos en 1790. Después de esa fecha se comercializaban opciones sobre un mercado organizado OTC. A partir de 1968 se realizaron estudios que arrojaron resultados positivos para el uso de opciones sobre acciones, es así como en 1972 surge el *Chicago Board Options Exchange* (CBOE).

Los participantes en el mercado de opciones pueden tomar o cuadrar posiciones fácilmente, registrando utilidades o pérdidas sin tener que ejercer la opción o esperar necesariamente su vencimiento.

En 1980, se incrementa su desarrollo debido a una alta innovación de mercados e instrumentos derivados de las opciones. Es así como el mercado extrabursátil de opciones de tasas de interés y de divisas se desarrolló en esta época, al mismo tiempo que los mercados de opciones bursátiles.

Una opción, es un contrato que otorga el derecho a comprar o vender un activo de calidad homogénea, a un precio preestablecido (precio de ejercicio de la opción (*strike price*)), durante un periodo determinado. A un costo inicial (prima).

Las opciones funcionan como seguros contra fluctuaciones de precios. Debido al pago de la prima inicial, la opción protege al inversionista en contra de algún evento desfavorable, por ejemplo; el alza o la baja de algún precio relevante, en caso de que no suceda, entonces la opción expira sin valor y el premio se pierde. Así mismo se puede no ejercer la opción y embolsarse una ganancia de capital.

Las opciones son los instrumentos más sencillos, flexibles y sofisticados, para la administración de riesgos. Se comercian tanto en el mercado organizado (bursátil), como en el OTC.

Una característica importante de los contratos de opciones es que ofrecen obligaciones y derechos (riesgo - rendimiento) asimétricos. En general para los emisores (los que venden), su ganancia es el premio de la opción mientras que sus pérdidas pueden ser ilimitadas, en cambio para los poseedores (los que compran), su pérdida es el valor de la prima pagada en tanto que sus ganancias pueden ser infinitas.

La aplicación de las opciones es muy amplia, podemos mencionar opciones sobre acciones, sobre futuros, sobre divisas, sobre instrumentos de deuda, etc.

Opciones sobre divisas; se desarrollan debido a la constante fluctuación del tipo de cambio (tasas), el uso de estos productos, protege (disminuyendo riesgos) y permite especular, podemos mencionar como ejemplo opciones sobre dólar canadiense, yen japonés, marco alemán/ yen japonés etc.

Opciones sobre tasas de interés; permite protegerse en los cambios de tasas de interés, que afectan a la economía en general. Estos productos limitan el riesgo de un cambio o producen un beneficio. Ejemplo de activos subyacentes: Cete, TiiE, eurodólares, T-bonds, LIBOR, etc.

Opciones sobre futuros; son contratos, que otorgan el derecho mas no la obligación de comprar o vender un futuro a un precio particular. Entonces, se tendría el derecho de ejercer la opción y comprar el futuro a un precio específico si esto parece provechoso. En otro caso no se tendría que ejercer la opción si esta no fuera provechosa.

Existen combinaciones de opciones, las cuales utilizan varios *calls* y *puts* para funcionar y cumplir con su cometido que a grandes rasgos podemos mencionar como:

- Reducir o aumentar la prima de una opción.
- Concentrar el riesgo sobre un parámetro (variable)

Los *spreads*: Se compra una opción de un tipo (*call* o *put*) y se vende una opción del mismo tipo (*call* o *put*) pero con diferente precio de ejercicio o plazo de vencimiento. Este tipo de opciones reduce la prima pagada.

Calendar *spreads*: Se compra un *call(put)* a un plazo y se vende un *call (put)* a otro plazo distinto con un precio de ejercicio igual o diferente. Se utiliza para especular cambios entre el precio de un activo y diferentes plazos.

Collar o cylinder: Se vende/compra un *put* y se compra/vende un *call* con un precio de ejercicio alto. Una variante muy frecuente es el "Collar de costo cero" que opera con el precio del *call* comprado (vendido) y del *put* vendido (comprado) iguales por lo tanto el costo total es cero.

El butterfly *spread*: Un especie de straddle limitado para cada *call* y *put* fuera del dinero (out of de money). La idea es vender gamma, aunque únicamente sobre ciertos límites del precio del subyacente.

Haremos mención de las opciones exóticas que han sido diseñadas para cubrir riesgos más complicados:

Las opciones asiáticas: son opciones sobre el precio medio de un activo, durante un período determinado. Las opciones asiáticas son quizás las de más utilidad para usuarios comerciales ya que cubren una necesidad muy real. Esto se debe a que frecuentemente se esté expuesto al precio medio de algún bien o activo durante un período determinado, en lugar de estar expuesto a su precio spot en cada momento.

El valor de estas opciones es similar al de una opción europea a excepción de que el activo subyacente de una opción asiática es menos volátil que el de una opción normal. Para encontrar el valor de estas opciones basta con conocer la fórmula para la distribución del precio final, cuando se conoce el precio del día. Una vez encontrada, se aplica el modelo Black-Scholes y se valora la opción como si fuera una opción europea normal.

Opciones con barreras; son aquellas que sólo llegan a existir (aparecen) o que dejan de existir (desaparecen), sólo si ocurre una situación prevista.

Este tipo de opciones se comporta como una opción europea normal donde da derecho a comprar o vender al precio de ejercicio en la fecha de vencimiento con la excepción de que si en cualquier momento, entre el comienzo de la opción y su vencimiento, el valor subyacente alcanza o sobrepasa el nivel de barrera, la opción queda automáticamente anulada y deja de existir. Una opción de este tipo es más barata porque existe la posibilidad de que desaparezca.

Opciones lookback; son opciones sobre el precio máximo ó mínimo de un activo durante un período determinado. Es decir que pagan sobre el precio máximo del subyacente, en el período establecido menos el precio de ejercicio, en el caso del *call*. Para el caso *put*, es la diferencia entre el precio de ejercicio y el precio más bajo del valor subyacente.

Este tipo de opciones tiene más valor que las europeas comunes. Su uso es menor debido a que pocas instituciones tienen riesgos que dependen del valor máximo o mínimo de un activo en un período dado. Su uso es más bien indirecto, es frecuente que sean vendidas para generar una prima elevada, que luego usa el vendedor para comprar otras opciones que necesita para especular o para cubrirse.

Opciones que dan derecho a elegir entre un *put* y un *call*; estas opciones dan derecho al comprador a escoger en una fecha determinada si la opción deseada es un *put* ó un *call*.

El primer **Swap** se efectuó sobre divisas en 1981 entre el banco mundial e IBM, se desarrolló a partir del préstamo *back-to-back* el cual contaba con varios inconvenientes que los *swaps* solucionaron, al poder registrar las transacciones fuera del balance y deslindar de operaciones a una de las partes contratantes en caso de incumplimiento de la otra.

Así mismo, se permite el uso de *swaps* con otros fines, como coberturas cambiarias y de tasas de interés, operaciones de arbitraje en los mercados de capitales, reducción de costo de fondeo y aprovechamiento de economías de escala.

Poco tiempo después en 1982 se realizó, el primer *swap* de tasa de interés fija por flotante esto debido a una transacción de "*Sallie Mae*⁷". Los primeros *swaps* tanto de tasas de interés como de divisas, tenían como principal finalidad hacer operaciones de arbitraje en los mercados de capitales.

Aún surgían oportunidades de arbitraje en 1984, estas eran derivadas de un proceso ineficiente de determinación en los precios de los *swaps*. Se empezaron a utilizar los *swaps* de divisas en mayor proporción para evadir controles tanto de cambios como de tasas de interés al mismo tiempo los *swaps* de tasas de interés se usaron para cubrir riesgos cambiarios y de tasas de interés para acceder a nuevos mercados de capitales y crear instrumentos sintéticos debido al gran éxito de estos instrumentos, surgió la necesidad de estandarizar los contratos ya que se buscaba una mayor liquidez del mercado, es así como en 1985 la *International Swaps Dealers Association* (ISDA), -que es el único organismo internacional capaz de influenciar en el mercado-, expide un código para estandarizar los contratos y este se actualiza cada año.

En definición, un **Swap** es un contrato en el que dos partes se comprometen a intercambiar una serie de flujos de dinero en una fecha futura. Podemos entenderlo como una serie consecutiva de contratos adelantados hechos a la medida, estas operaciones no necesariamente involucran la entrega del principal, sino de compensaciones en efectivo.

Los *swaps*, se comercian en el mercado interbancario, permiten manipular la curva forward y el valor presente. El mercado de *swaps* es totalmente internacional, ajeno a presiones y manipulaciones políticas locales.

En este mercado participan dos grupos importantes los usuarios finales y los intermediarios.

⁷Student loan Marketing Association, organismo gubernamental estadounidense.

Los primeros son empresas financieras e industriales, bancos comerciales y de inversión, instituciones de ahorro y préstamos, gobiernos y agencias de ellos y organismos multilaterales. La finalidad de estos usuarios es:

- Disminución de costos de financiamiento; se realiza al aprovecharse la deficiencia en la determinación de los precios, si se logran evadir controles cambiarios y otras regulaciones. También pueden disminuir por la reducción o eliminación del riesgo cambiario o de tasas de interés.
- Cobertura de riesgos cambiarios y/o de tasas de interés; eliminan el riesgo de un cambio brusco en tasa de interés o tipo de cambio.
- Creación de instrumentos sintéticos; es una combinación de dos o más instrumentos, los cuales se comportan como si fueran otro instrumento.

Los segundos son, intermediarios de *swaps*, desempeñan tres funciones importantes:

- Corretaje: realiza la unión de las dos partes contratantes.
- Diseño de *swaps*: crea variantes que cubren las necesidades de los usuarios finales y sus expectativas.
- Dealing -distribución de *swaps*-: deben de tomar como posición uno de los lados de la transacción, el distribuidor debe de estar dispuesto a tomar la contrapartida del *swap* para venderlo, al cliente que será la otra parte.

Existen los **Swaps** de tasas de interés conocido como IRS por sus siglas en ingles **Interest Rate Swap**, es un contrato por medio del cual se intercambian flujos de dinero, en el que se comprometen una de las partes a pagar a la otra una tasa de interés fijada por adelantado sobre un nominal fijado y la segunda parte se compromete a pagar a la primera una tasa de interés variable sobre el mismo nominal.

Este tipo de *swaps* son útiles para separar el riesgo y hacerlo transferible, logrando una mayor eficiencia de mercado. Los riesgos que separa son: el riesgo de mercado y el riesgo de crédito permitiendo tratarlos por separado. Este tipo de instrumento es barato, rápido y flexible.

El *Swap* de divisas por sus siglas en ingles CCS **Cross Currency Swaps** es una variante del *swap* de tasa de interés, solamente que el nominal sobre el que se paga la tasa de interés fija y el nominal sobre el que se paga la tasa de interés variable son dos divisas distintas, por lo general en estas transacciones sí se intercambia el principal. Este instrumento permite cubrir exposiciones a algunos riesgos y bajar los costos de fondeo en divisas fuertes.

La valoración de este tipo de *swaps* es similar a la de tasas de interés, únicamente hay que destacar los flujos en cada moneda a su tasa de interés correspondiente y cuidar el movimiento del precio spot de las divisas.

Para el caso de los **Swaps** de índices bursátiles, el mercado de estos instrumentos permite el intercambio del rendimiento del mercado de dinero, por el rendimiento del mercado bursátil. El rendimiento del índice bursátil es la suma de dividendos recibidos y ganancia o pérdida de capital.

Mencionaremos algunas variantes de los *swaps* de tasa de interés, estos se encuentran distinguidos en cuatro categorías que no son las únicas combinaciones existentes.

- *Swaps* con diferentes tasas de interés y periodicidad de pagos discrepantes (*swaps* de tasa de interés flotante por flotante.)
- *Swaps* con características de opciones llamados *swapciones*, en general cuentan con: *putable swaps* (emplean una opción *put*), *callable swaps* (utilizan una opción *call*), los *rate capped swaps* (*swaps* con tasa tope), los *mini-max swaps* (establece un máximo y un mínimo en la tasa flotante por pagarse), los *extendable swaps* (*swaps* con plazo extendible, permite a una de las partes extender la vida del *swap* por un cierto periodo después de su vencimiento).
- *Swaps* con propiedades de contratos adelantados: Los *forward swaps* (*swaps* adelantados); en donde la fecha de entrada en vigencia es posterior a la fecha de concertación. Los *delayed rate setting swaps* (*swaps* cuya tasa se determina en forma retardada).
- *Swaps* con amortización del principal nominal: Los *amortizing swaps* (*swaps* con principal amortizable), este tipo de *swaps* es interesante para bienes subyacentes que se amortizan a lo largo del tiempo.

Ahora hablaremos de los diversos *swaps* de divisas que también se clasifican en cuatro categorías globales:

- Los de diferentes tasas de interés y periodicidad de pagos
- Los que tiene características de opciones
- Los que incluyen propiedades de contratos adelantados
- Los que cuentan con amortización del principal nominal

1.2 Esquemas de referencia relacionados con la operación de instrumentos financieros derivados

Se describen las bases de los esquemas de referencias internacionales que se desarrollan alrededor de los instrumentos financieros derivados, como son:

- COSO Framework: Control Interno de operaciones con Derivados
- Recomendaciones del Grupo de los treinta (G-30): Mejores Practicas
- Basilea Framework: Guía de Administración de Riesgos y Control Interno de Derivados

Estos esquemas describen mejores prácticas para adoptar en instituciones que llevan a cabo operaciones financieras, en particular sobre la operación y medición de los instrumentos derivados.

El primero de ellos **Committee of Sponsoring Organizations (COSO)**, en 1992 publicó el Sistema Integrado de Control Interno, un informe que establece una definición común de control interno y proporciona un estándar mediante el cual las organizaciones pueden evaluar y mejorar sus sistemas de control.

El objetivo de COSO, es mejorar la calidad de la información financiera concentrándose en el manejo corporativo, las normas éticas y el control interno. Considera que el control interno debe ser un proceso integrado con el negocio que ayude a conseguir los resultados esperados en materia de rentabilidad y rendimiento. Promueve transmitir el concepto de que el esfuerzo involucra a toda la organización: desde la Alta Dirección hasta el último empleado. Asimismo, ofrece a su vez certidumbre al cumplimiento con la sección 404 de la Ley Sarbanes Oxley (SOAX).

Componentes del Control Interno

Entorno de control

- Es la base de los demás componentes de la gestión de riesgos aportando disciplina y estructura.
- El ambiente de control permite a la dirección establecer una gestión de riesgos, con ello determina el grado de riesgo que asume la institución.

- La gestión de riesgos permite tener un proceso que asegure el cumplimiento de los objetivos con base en el propósito y grado de riesgo asumidos por la institución
- Permite establecer mecanismos para identificar y reaccionar a cambios significativos o no anticipados que pueden tener un efecto negativo (representan un riesgo) sobre posiciones de derivados, y que pueden demandar la atención de la alta gerencia.
- El Consejo de Administración fija las pautas y la visión global del negocio. El Consejo debe tener un papel activo en el conocimiento de las acciones que se ejecutan. Debe asegurarse de contar con vías de comunicación efectivas con la Alta Dirección y las áreas financieras, legales y de auditoría interna.
- Incluye: la integridad, los valores éticos y la capacidad de los empleados de la entidad, la filosofía de la Dirección y el estilo de gestión, la asignación de la autoridad y las responsabilidades, la organización y el desarrollo de los empleados y la orientación de la Dirección.

Evaluación de los Riesgos

- Primeramente deben identificarse los objetivos organizacionales para poder identificar y evaluar los riesgos relevantes que pueden afectar el alcanzar esos objetivos.
- La posibilidad de ocurrencia de un evento es conocido como probabilidad y el impacto del evento representa su efecto.
- La metodología de evaluación de riesgos de una organización normalmente comprende una combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas.
- Se deben contemplar la correlación entre eventos para prevenir los impactos a la organización.
- Los riesgos deben ser administrados, atendiendo a la existencia de un medio interno y externo cambiante.

Actividades de control

- Son las políticas y procedimientos que ayudan a asegurar que se toman las medidas para limitar los riesgos que pueden afectar que se alcancen los objetivos organizacionales.
- Las actividades de control ocurren a través de la organización, a todos los niveles y en todas las funciones.

- Son ejemplos: autorizaciones, verificaciones, conciliaciones, segregación de funciones, revisiones de rentabilidad operativa, etc.
- Es necesario antes de implementar las políticas y procedimientos llevar a cabo decisiones claras relativas al propósito para el cual los derivados están siendo utilizadas.
- Las políticas y procedimientos deben ser integrales e identificar, como mínimo, el seguimiento administrativo y responsabilidades, amplitud de actividades, límites de riesgo, medición de riesgo y procesos de reporte y controles operacionales.

Información y comunicación

- Se debe identificar, ordenar y comunicar en forma oportuna la información necesaria para poder evaluar los riesgos y sus consecuencias.
- La información puede ser cualitativa (operativa) o cuantitativa (financiera), de origen interno o externo.
- Deben existir adecuados canales de comunicación.
- El personal debe ser informado de la importancia de que participe en el esfuerzo de aplicar el control interno.
- La capacidad de los sistemas es mejorada para manejar incrementos rápidos en los volúmenes de información.

Supervisión

- Debe existir un proceso que compruebe que el sistema de control interno se mantiene en funcionamiento a través del tiempo.
- El proceso debe contener tareas permanentes y revisiones periódicas. Estas últimas dependerán en cuanto a su frecuencia de la evaluación de la importancia de los riesgos en juego.
- La supervisión puede realizarse en tiempo real o a posteriori, siendo lo primero más recomendable pero probablemente en algunos casos costoso.
- Las deficiencias detectadas deben ser oportunamente comunicadas.
- La Auditoría Interna debe desempeñar un papel de supervisión sobre la eficiencia y permanencia de los sistemas de control. Para ello debe contar con una ubicación jerárquica adecuada.

El segundo esquema de referencia, surgió como respuesta del sector privado al publicar las recomendaciones del **Grupo de los Treinta (G-30)** para el mejor control de los derivados. En 1993 una asociación internacional de carácter privado denominada el Grupo de los Treinta (G-30) realizó algunas recomendaciones relacionadas con criterios prudenciales para instituciones que tienen productos derivados en posición de riesgo. Las recomendaciones sugieren examinar los riesgos asociados con los productos derivados para controlar las posibilidades de pérdidas potenciales. Los criterios presentados en forma general son:

- El papel de la alta dirección: Debe definir las políticas y controles asegurándose que se encuentren documentados para que sirva de base a clientes, reguladores y auditores. Las políticas deben incluir los límites que deben respetar las áreas de negocios.
- Valuación a mercado de las posiciones de riesgo (marcar a mercado): Este término se conoce como “Mark-to-Market”, consiste en medir el valor justo o de mercado de un portafolios. La pérdida o ganancia no realizada de la posición de riesgo, se calcula mediante la diferencia entre el valor de adquisición de la posición y el valor de dicha posición en el mercado. Esta valuación debe hacerse preferentemente de manera diaria para evitar sorpresas y responder a la siguiente pregunta: si vendo mi posición hoy ¿a cuánto ascendería mi pérdida o mi ganancia? Marcar a mercado es independiente de la metodología contable utilizado.
- Medición cuantitativa de riesgos: La medición de riesgos de mercado se logra mediante el cálculo de lo que se conoce como “valor en riesgo” (VaR). Este concepto fue propuesto por JP Morgan en octubre de 1994 y hoy en día es un estándar internacional. El VaR resume en un solo número la pérdida potencial máxima que se puede sufrir en una posición de riesgo dado un nivel de confianza elevado (usualmente 95 o 99 por ciento) y en un período de tiempo determinado.
- Simulaciones extremas o de estrés: Se deben valorar las posiciones en condiciones extremas y adversas de mercado. El valor en riesgo solamente es útil en condiciones

normales de mercado. Existen muchas maneras de realizar estas pruebas. La más común es contestar a la pregunta ¿qué pasaría con mi posición si los factores de riesgo cambian dramáticamente? ¿Cuál podría ser la máxima pérdida que puedo sufrir en un evento poco probable pero posible?

- Independencia en la medición de riesgos: Se deben establecer funciones de Administración de Riesgos para asistir a la alta dirección en la implementación de controles de riesgos. El objetivo es evitar conflictos de interés que pueden surgir cuando las áreas de negocios emiten sus propios reportes, miden sus propios riesgos y se monitorean a sí mismos.
- Medición de riesgos de crédito: También debe medirse el riesgo de crédito, mediante el cálculo de probabilidades de incumplimiento de la contraparte. En instrumentos derivados debe medirse el riesgo actual y el riesgo potencial de crédito. El riesgo actual es el valor de mercado de las posiciones vigentes. El riesgo potencial mide la probable pérdida futura que pueda registrar un portafolio en caso de que la contraparte de la operación incumpla.
- Experiencia y conocimiento de estadística y sistemas: La mayor parte de las técnicas para calcular el valor en riesgo tienen un fuerte soporte estadístico y la información debe ser entendible y accesible para medir el riesgo de manera oportuna. La pregunta que debe responderse es ¿las personas que evalúan los riesgos son las adecuadas? ¿tienen la preparación técnica para entender y calcular los riesgos?

Para el tercer esquema tenemos que cuando el Comité técnico de la Organización Internacional de las Comisiones de Valores (IOSCO, por sus siglas en inglés) publicó una guía de los principios y recomendaciones sobre supervisión bancaria para derivados, a raíz de diversos quebrantos financieros mundiales, tales como el del Banco Inglés Baring. Este se conoció como el **Comité de BASILEA**, publicó a finales de 1974, su primer Acuerdo de Basilea, que eran recomendaciones para establecer un capital mínimo que debía tener una entidad en función a los riesgos que afrontaba. Por lo anterior, definía dos categorías (ó *tiers*), con base en el cumplimiento de requisitos de permanencia, capacidad para absorber pérdidas y de protección ante quiebras. Básicamente buscaba hacer frente a los riesgos de crédito, mercado y tipo de cambio, mostrando la referencia general para la administración de riesgos y control interno que han adoptado Instituciones Financieras a nivel mundial.

Apoyado por el Banco Internacional de Pagos (BIS) que es el banco central para la liquidación de transacciones internacionales entre bancos centrales, quien promueve la cooperación en materia de supervisión bancaria y Administración de Riesgos Financieros

Durante 1994 dicha guía, entre otros aspectos establecía la necesidad de medir el riesgo de los instrumentos derivados; establecer límites; elaborar informes y realizar una evaluación administrativa, así como una revisión periódica mediante controles internos y auditorías, asimismo, prácticas sanas de administración de cada tipo de riesgo, a saber: i) de crédito, incluyendo el de asignación; ii) de mercado; iii) de liquidez; iv) operacional y v) legal.

Se muestra a continuación su cronología, de Basilea I a Basilea II:

Basilea I (1988)	<ul style="list-style-type: none"> • Paso importante hacia un estándar internacional de capital mínimo. • Principal énfasis en el riesgo de crédito. • Poco flexible por lo que no se podían incorporar las innovaciones de mercado.
Valor en Riesgo (1993)	<p>G-30: tratamiento sistemático de los productos fuera de balance.</p> <ul style="list-style-type: none"> • JPMorgan: reporte del riesgo de mercado (VaR medida estándar).
Documento Consultivo (1996)	Introducción de Riesgo de Mercado (modelos internos VaR)
Basilea II (2004)	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor sensibilidad al riesgo para evaluar el riesgo de crédito. • Refinamientos en requerimientos de capital y uso de metodologías internas (IRB) • Más alineado a metodologías para el cálculo de Capital Económico. • Introducción del Riesgo Operacional.

Basilea I publicado en 1998, se centraba en el análisis de riesgos de crédito y de mercado, así como al establecer reservas de capital para estos conceptos. Se reconoció que las entidades de crédito se veían afectadas por otros riesgos como el de liquidez y tasa de interés.

Además incluye la necesidad de tener en cuenta un nuevo riesgo: el riesgo operacional o sea el resultado de la pérdida derivada de fallos en los procesos internos, en la actuación de personas o de sistemas inadecuados o erróneos así como de factores externos, que podemos observar en el riesgo reputacional, estratégico, el legal y el fraude interno, que se incluyeron en una propuesta de requerimiento de capital por “otros riesgos”

La principal limitación del acuerdo de Basilea I, se centra a que es insensible a las variaciones de riesgo y no toma en cuenta la calidad crediticia, es decir, consideraba que todos los créditos tenían la misma probabilidad de incumplir.

Para superarla, el Comité de Basilea propuso en 2004 un nuevo conjunto de recomendaciones, dando origen a Basilea II en donde se establecen siguientes tres pilares:

- Pilar I:

El cálculo de los requisitos mínimos de capital, la base del acuerdo fue tomar en cuenta la calidad crediticia utilizando ratings externos o internos y añadir requisitos de capital por el riesgo operacional:

La norma de Basilea I pedía:

Reserva de capital > 8% de activos en riesgo

Tomando como base (riesgo de crédito + otros riesgos + riesgo de tipo de cambio)

Para Basilea II se considera como base: (riesgo de crédito + riesgo de mercado+ riesgo de tipo de cambio + riesgo operacional)

Define que el riesgo de crédito se calcula por medio de:

- PD, o probabilidad de incumplimiento
- LGD, o severidad (pérdida en el momento de incumplimiento)
- EAD, o exposición en el momento del incumplimiento

Considerando que los bancos cuentan con distintos niveles de sofisticación, el acuerdo propone varios métodos para el cálculo del riesgo crediticio. En el método estándar, la PD y la LGD se calculan implícitamente a través de las calificaciones de riesgo crediticio publicadas por empresas especializadas (agencias calificadoras). En cambio, los bancos

más sofisticados pueden, bajo cierto número de condiciones, optar por el método de ratings internos avanzado (AIRB), que les permite utilizar sus propios mecanismos de evaluación del riesgo y realizar sus propias estimaciones. Existe un método alternativo e intermedio (foundation IRB) en el que los bancos pueden estimar la PD, el parámetro de riesgo más básico, y utilizar en cambio valores pre calculados por el regulador para la LGD.

En forma básica las entidades bancarias miden su riesgo crediticio en función de la pérdida esperada (PE) = $PD \times LGD \times EAD$, que determinaba su nivel de provisiones frente a incumplimientos. La nueva normativa establece una nueva medida, el RWA, que se fija no en la media sino en un cuantil elevado de la distribución de pérdida estimada a través de una aproximación basada en la distribución normal, al tomar la suma de los RWA's de los activos llegamos a cuantificar el riesgo de crédito.

El riesgo operacional se calcula multiplicando los ingresos por un porcentaje que puede ir desde el 12% hasta el 18%. Existen 3 métodos alternativos para calcularlo dependiendo del grado de sofisticación de la entidad bancaria, que mostraremos más adelante.

- Pilar II:

El proceso de supervisión de la gestión de los fondos propios, el acuerdo resalta que es importante que cada nación considere las recomendaciones de sus organismos supervisores internos incrementando así el nivel de prudencia. Indica que además, deben validar los métodos estadísticos exigidos en el primer pilar como la suficiencia de los niveles de fondos propios para hacer frente a una crisis económica, pudiendo obligar a las entidades a incrementarlos en función de los resultados.

Para poder validar los métodos estadísticos, los bancos estarán obligados a almacenar datos de información crediticia durante periodos largos, de 5 a 7 años, a garantizar su adecuada auditoría y a superar pruebas de stress testing y back testing.

Además se exige que la alta dirección del banco se involucre activamente en el control de riesgos y en la planificación futura de las necesidades de capital. Esta autoevaluación de las necesidades de capital debe ser discutida entre la alta dirección y el supervisor bancario.

- Pilar III:

Para la disciplina de mercado, el acuerdo establece normas de transparencia y define la publicación periódica de información acerca de su exposición a los diferentes riesgos y la suficiencia de sus fondos propios. Teniendo como objetivos:

- Generalizar las buenas prácticas bancarias y su homogeneización internacional.
- Conciliar los conceptos a nivel financiero, contable y de la gestión del riesgo sobre la base de la información acumulada por las entidades.
- Transparencia a través de la unificar los informes de riesgos publicados por los bancos.

Inicialmente la información incluirá:

- Descripción de la gestión de riesgos: objetivos, políticas, estructura, organización, alcance, políticas de cobertura y mitigación de riesgos.
- Aspectos técnicos del cálculo del capital: diferencias en la consolidación financiera y regulatoria.
- Descripción de la gestión de capital.
- Composición detallada de los elementos del capital regulatorio disponible.
- Requerimientos de capital por cada tipo de riesgo

Estos principios básicos incluyen como nuevo acuerdo de Basilea una reserva de recursos propios para cubrir el Riesgo Operacional, sobre la base del Pilar I. Así como la supervisión del Riesgo Operacional, en los riesgos inherentes en cualquier negocio y que hasta la fecha han sido verificados en los procedimientos de control, así como en las auditorías internas.

Durante febrero de 2003, Basilea publicó un resumen de diez principios básicos en la gestión del riesgo operacional. Definiendo al Riesgo operacional como el riesgo de perder por una falta de adecuación o fallo de los procesos, el personal o los sistemas internos, o bien como consecuencias externas. Observamos que esto incluye el riesgo legal pero excluye el estratégico y reputacional.

Surgen diferentes categorías a las que se debe asignar los datos de pérdida:

- Fraude Interno
- Fraude Externo
- Relaciones laborales y seguridad en el puesto de trabajo
- Prácticas con clientes, productos y negocios
- Daños de activos materiales
- Incidencias en el negocio y fallos en sistemas

Tipo de Riesgo incorporados en el capital mínimo		
Riesgo de Crédito	Riesgo de Mercado	Riesgo Operativo
1) Método estándar (Similar a Basilea I)	Igual que en Basilea I	1) Método del Indicador Básico
2) Método IRB (Interna Rating Based) Básico		2) Método estándar y alternativo
3) Método IRB avanzado		3) Método de medición avanzada (AMA)

El comité propone tres métodos de cálculo, el básico, el estándar y el avanzado. Desarrollando el método básico, lo presenta de la siguiente forma:

$$RCBIA = \left[\sum_{i=1}^n (IB_i * \alpha) \right] / n$$

Donde:

RCBIA = Requerimientos de capital en el enfoque básico

IB = Ingresos anuales brutos, cuando sean positivos en los tres últimos años

$\alpha = 15\%$

n = número de años, de los tres últimos, con IB positivos

Ahora muestro el método estándar propuesto, en donde la única diferencia consiste en dividir las actividades del negocio en ocho líneas, entonces:

$$RCSA = \left\{ \sum_{i=1}^3 \max \left[\sum_{j=1}^8 (IB_j * \beta_j), 0 \right] \right\} / 3$$

Donde:

RCSA = Requerimientos de capital con el método estándar

i = año

j = Número de líneas de negocio

IB_j = Ingresos brutos de cada línea de negocio

β_j = Porcentaje fijo cuyo valor para cada línea de negocios se proponía en:

Finanzas corporativos (β1)	18%
Negociación y ventas (β2)	18%
Banca minoristas (β3)	12%
Banca comercial (β4)	15%
Liquidación y pagos (β5)	18%
Servicios de agencias (β6)	15%
Administración de activos (β7)	12%
Intermediación minoristas (β8)	12%

El objetivo que se pretende es realizar una gestión activa de su riesgo operacional. El cual implica la participación de la alta dirección y el consejo de administración, supone que el sistema de evaluación de riesgos sea sólido y este integrado en la gestión diaria, además de contar con recursos en las líneas de negocio, en las áreas de control y auditorías.

Una de las mayores novedades fue la admisión de los modelos internos de medición de riesgo operacional de las entidades. El cual presenta unos criterios cualitativos y cuantitativos muy rigurosos para que sigan los modelos AMA, para obtener la aprobación del regulador, este método debe contar con datos internos, externos, escenarios, factores de control y entorno del negocio.

Como resultado del análisis de la crisis financiera originada en 2008, los reguladores bancarios de 27 países miembros del Comité de Basilea de Supervisión Bancaria, buscando establecer requerimientos para mejorar su resistencia ante las crisis, establecieron la reforma, conocida como Basilea III, en donde establecen:

Un conjunto de reformas para mejorar la regulación, control y gestión de riesgos y exposiciones del sector bancario, así como fortalecer la solidez de los sistemas financieros.

Antecedentes: Crisis Financiera

- Una de las principales causas por las que la reciente crisis financiera llegó a ser tan grave fue que los sectores bancarios de muchos países estaban extremadamente apalancados con posiciones fuera de balance.
- No se contaba con el nivel de capital adecuado y se tenía una deficiencia en la calidad de la base de capital.
- La mayoría de los bancos mantenían niveles de liquidez insuficientes
- El sistema bancario no fue capaz de absorber las pérdidas de crédito ni pudo hacer frente a las exposiciones fuera del balance que había acumulado.
- La crisis se amplificó aún más por la interconexión entre todas las instituciones.
- El mercado perdió confianza en la solvencia y liquidez de muchas entidades bancarias.
- Las debilidades del sector bancario se transmitieron al resto del sistema financiero y la economía real, lo que resulta en una contracción masiva de liquidez y disponibilidad de crédito.
- En última instancia, el gobierno tuvo que intervenir con grandes inyecciones de liquidez Para sobrellevar los efectos que se presentaron en las alteraciones económicas y en las crisis financieras, las medidas que presenta Basilea III son:

Capital Estructural

Se refiere a las reservas básicas de capital de un banco, calculadas según el riesgo de los activos que tiene en sus libros.

Tabla 1.2.1

Comparativo Basilea II y Basilea III

Actual	Nuevo
A los bancos se les exige tener un ratio de capital estructural de 4%, donde el 2%, corresponde a “capital ordinario” (el capital de mejor calidad) o capital de calidad en forma de ganancias retenidas o acciones	Bajo Basilea III, el ratio de capital total estructural se fija en 6%, con un “capital ordinario” de 4.5 por ciento.

Fuente: Bank for International Settlements en su página web www.bis.org

La implementación de las reglas de nuevo capital estructural comenzará en enero del 2013. Las normas estarán plenamente en vigencia en enero del 2015.

Capital extra de conservación

Rango que se establece de conservación de capital para evitar restricciones de supervisores en pagos como dividendos, recompras de acciones y bonos a ejecutivos.

Tabla 1.2.2

Comparativo Basilea II y Basilea III

Actual	Nuevo
En este momento no hay una reserva extra de conservación de capital	Requerimiento de conservación de capital de 2.5% que se suma al capital estructural (siendo este ahora en Basilea III de 8%-8.5%).

Fuente: Bank for International Settlements en su página web www.bis.org

El requerimiento de conservación tendrá que estar compuesto de acciones comunes. Se introducirá la reserva extra desde enero del 2016 y estará en vigor en enero del 2019.

Reserva extra de capital

Rango que busca obligar a los bancos a tener un respaldo adicional cuando los supervisores vean un crédito excesivo en el sistema que amenace con generar morosidad.

Tabla 1.2.3

Comparativo Basilea II y Basilea III

Actual	Nuevo
En este momento no hay una reserva extra de capital	Requerimiento de reserva extra de capital entre el 0% y el 2.5% en acciones comunes y otro capital capaz de absorber pérdidas.

Fuente: Bank for International Settlements en su página web www.bis.org

Ratios de Apalancamiento

El propósito de este ratio es limitar el apalancamiento en el sector bancario mundial.

Se tendrá a prueba un ratio de apalancamiento de 3% o que no pueda exceder en 33 veces el capital estructural, esto antes de introducir un ratio de apalancamiento obligatorio en enero del 2018.

Este índice es la diferencia entre el coste del capital ajeno (recursos aportados por los acreedores, crédito, etc.) y la rentabilidad que se consigue con los activos adquiridos con ese capital o recursos, así como el grado de endeudamiento de los activos.

$$\text{Apalancamiento} = \frac{\sum \text{Activos Corrientes y No Corrientes}}{\sum \text{Pasivos con Entidades Financieras}}$$

Se tendrán requisitos de liquidez que busquen asegurar que los bancos cuenten con suficiente efectivo o equivalentes de efectivo para sobrellevar situaciones riesgosas en el corto plazo y de condiciones menos riesgosas del mediano a largo plazo, para ello se observa:

- Introducción del coeficiente de cobertura de liquidez a partir de 2015.
 - Para promover la resistencia de los bancos a corto plazo que permita superar falta de liquidez
- • Introducción del coeficiente de financiación estable neta a partir de 2018.
 - Buscando evitar desajustes de financiación e incentivar a los bancos a utilizar fuentes de financiación estables

Basilea III se aplicará progresivamente a lo largo de cinco años (2013-2017). Se tiene como fin para Basilea III, mejorar la capacidad del sector bancario para hacer frente a alteraciones provocadas por incertidumbres financieras o económicas. Esto mejorando la calidad y aumentando la cantidad del capital bancario. Logrando así beneficiar la administración de riesgos y la buena dirección de los bancos. También busca intensificar la transparencia y la divulgación de la información de los bancos. Considerar nuevos estándares de liquidez México, su entorno financiero y sus participantes.

1.3 Regulación y estadísticas del mercado mexicano

El **desarrollo de la operación de instrumentos derivados en México** inicio con los petrobonos en 1977, su precio se encontraba ligado a los precios del petróleo y a las tasas de cambio del dólar, mostrando los requerimientos de mercado en relación a instrumentos de cobertura. Después entre 1978 y 1982 se listaron en el Chicago Mercantile Exchange (CME) futuros del peso, prohibiéndose la entrega de pesos de operaciones a futuro.

Así de 1987 a 1994 se utilizó un mercado de coberturas cambiarias de corto plazo, el cual operó como resultado del decreto de control de cambios y estatización de la banca, el interés abierto alcanzó niveles de hasta 70,000 millones de dólares.

En 1990, se publicaron las disposiciones relativas a *Warrants* títulos opcionales cuya regulación quedó a cargo de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV). Se inicio la operación de *Warrants* en 1992 operando en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) sobre acciones, canastas e índices accionarios, hasta 1999 su operación fue relevante, decayendo como resultado de las crisis de Rusia y Brasil, observamos un renacimiento del mercado a partir del 2008 y un incremento de participantes durante el 2009 que lo llevo a niveles históricos.

En 1995 la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) delega en la CNBV y en el Banco de México, la facultad de supervisar y regular estas operaciones dando lugar a una modificación del artículo 46 de la Ley de Instituciones de Crédito y con los requisitos de cumplimiento establecidos por el Banco de México, los cuales tenían como finalidad fomentar la cultura de riesgos y evitar quebrantos en operaciones derivadas, se autorizó a los bancos y casas de bolsa, retomando las recomendaciones establecidas por el IOSCO.

Después de la devaluación de 1994, donde se adopto un tipo de cambio flexible y en 1996 se elimino toda restricción para que las instituciones de crédito realizaran operaciones a futuro sobre el tipo de cambio con instituciones financieras del exterior. En este momento Banco de México (BANXICO) dio a conocer su regulación para operaciones a futuro por parte de bancos y casas de bolsa en mercados extrabursátiles (OTC). El CME en 1998 reinicio la operación de futuros sobre el peso y así a partir de 1996 BANXICO autorizó a las instituciones de crédito la operación de forwards y opciones del tipo de cambio.

Durante 1998 inicia operaciones el Mercado Mexicano de Derivados (MexDer) creando el mercado organizado de derivados de México, ofrecer instrumentos financieros tanto para especulación como cobertura sobre diferentes subyacentes (divisas, índices, acciones, tasas de

interés sobre títulos de deuda). Actualmente ha demostrado su eficiencia en los años de crisis tanto en su operación como en sus márgenes y control de riesgos.

Asimismo y considerando los lineamientos de Basilea, la CNBV emite la Circular 1423 de administración de riesgos el 25 de enero de 1999, siendo de cumplimiento obligatorio y para todos los productos de las instituciones , incluidas las operaciones derivadas. En diciembre de 2006 el Banco de México emite la Circular 4/2006, actualmente en vigor, mediante la cual se dan a conocer las Reglas a las que deberán sujetarse las instituciones de banca múltiple, las casas de bolsa, las sociedades de inversión y las sociedades financieras de objeto limitado, en la realización de operaciones derivadas con el propósito de:

- Simplificar el esquema de autorizaciones que otorga el Banco de México para celebrar las citadas operaciones; es decir, al amparo de una autorización es posible llevar a cabo otras operaciones.
- Suprimir dictámenes de auditores y consultores, con motivo de la experiencia señalada en el inciso anterior.
- Establecer un régimen de autorizaciones indefinidas y generales para la celebración de este tipo de operaciones.
- Incorporar la posibilidad de que las instituciones de banca múltiple, realicen operaciones de derivados de crédito, con la limitante de llevarlas al cabo con otros intermediarios financieros.
- Adicionar nuevos subyacentes, siendo los actualmente autorizables: i) acciones, un grupo o canasta de acciones, o títulos referenciados a acciones, que coticen en una bolsa de valores; ii) índices de precios sobre acciones que coticen en una bolsa de valores; moneda nacional, divisas y Unidades de Inversión (UDIS), índice de precios referenciados a la inflación; oro o plata; tasas de interés nominales, reales o sobretasas, en las cuales quedan comprendidos cualquier título de deuda; préstamos o créditos y operaciones a futuro, de opción y de *swap* sobre los subyacentes referidos en los incisos anteriores y a finales de 2010 actualizo como subyacentes los *commodities* agrícolas, energéticos, como son el maíz, gas natura, soya, entre otros.
- Para obtener autorización se entrega una carta expedida por el comité de auditoría en la que manifieste que la entidad cumple con los requerimientos previstos en el anexo de las reglas antes citadas para los subyacentes que pretende operar.

- A las Sociedades financieras de Objeto Limitado reguladas (Sofoles) se les limita a realizar operaciones únicamente para cubrir riesgos propios.
- Cabe señalar que tratándose de operaciones de cobertura, ningún intermediario requiere de autorización para operar derivados.

Se destaca el gran dinamismo y actualización en la regulación sobre la operación de instrumentos derivados en mercados bursátiles y OTC.

El mercado de derivados ha presentado una evolución creciente, la cual se muestra en la tabla siguiente:

Estadísticas y niveles de operación en los mercados bursátiles y OTC en México

Tabla 1.3.1

Volumen Operado de Derivados sobre tasa de interés en moneda nacional en el mercado extrabursátil OTC								
Operaciones de Forward y Swaps al cierre de cada mes								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Enero	604,963	323,700	1,706,757	2,364,646	475,505	123,029	534,022	1,150,513
Febrero	617,850	761,492	1,136,862	1,444,131	1,392,931	581,736	610,875	735,223
Marzo	470,330	1,130,412	1,402,517	2,650,771	384,307	255,150	972,285	
Abril	311,854	1,426,739	1,943,569	2,235,085	677,528	344,495	528,184	
Mayo	175,305	1,043,813	2,304,036	822,953	561,970	3,622	341,703	
Junio	861,466	1,397,447	1,395,810	1,784,058	731,972	407,467	1,300,128	
Julio	293,630	2,939,580	949,296	3,291,742	33,309	484,846	1,247,551	
Agosto	2,764,900	1,588,386	738,222	1,694,750	112,505	1,151,500	1,248,790	
Septiembre	4,520,868	905,934	492,832	2,019,669	442,499	782,183	909,343	
Octubre	126,301	1,219,730	1,945,959	420,933	231,926	1,457,666	419,083	
Noviembre	726,224	724,410	1,671,796	626,379	273,583	976,197	1,464,485	
Diciembre	0	63,700	1,037,400	35,830	31,990	233,842	189,200	

Fuente: Banco de México en su página web www.banxico.org.mx

Estadísticas y niveles de operación en los mercados bursátiles y OTC en México

Tabla 1.3.2

Volumen Operado de Derivados sobre tasa de interés en moneda nacional en mercados reconocidos								
Operaciones a Futuro al cierre de cada mes								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Enero	101,020	96,232	243,704	49,820	17,970	23,563	12,200	57,182
Febrero	76,000	65,442	135,876	378,556	25,992	55,040	16,000	5,590
Marzo	122,620	502,840	35,100	92,820	65,998	40,851	29,000	
Abril	102,348	142,727	106,214	18,060	36,064	14,935	19,200	
Mayo	118,780	223,060	213,687	47,840	42,568	45,348	37,120	
Junio	59,000	89,062	1,572,480	58,700	30,874	62,027	61,700	
Julio	45,660	326,027	358,993	30,670	5,126	16,050	50,852	
Agosto	19,520	191,807	109,079	18,880	22,320	53,657	23,568	
Septiembre	70,240	84,510	188,526	95,010	42,722	23,891	3,302	
Octubre	16,106	211,906	329,690	35,638	26,179	20,940	23,570	
Noviembre	67,142	55,930	176,160	21,020	9,859	36,074	19,842	
Diciembre	19,000	90,620	418,331	13,180	72,940	25,960	4,200	

Fuente: Banco de México en su página web www.banxico.org.mx

Tabla 1.3.3

Volumen Operado de Derivados sobre tasa de interés en moneda extranjera en mercados reconocidos								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Enero	175	24	173	46	108	11	187	184
Febrero	34	24	56	222	12	96	55	1
Marzo	175	75	45	0	6	29	166	
Abril	22	71	11	86	6	141	96	
Mayo	57	236	130	13	23	0	127	
Junio	34	196	0	1,018	84	67	141	
Julio	180	0	154	68	0	49	175	
Agosto	45	6	0	54	134	0	726	
Septiembre	88	65	230	311	100	37	221	
Octubre	174	211	12	0	0	25	308	
Noviembre	98	132	33	456	11	219	618	
Diciembre	0	89	0	0	0	12	0	

Fuente: Banco de México en su página web www.banxico.org.mx

Tabla 1.3.4

Volumen Operado de Derivados sobre tasa de interés en moneda extranjera en el mercado extrabursátil OTC								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Enero	175	1,216	3,157	831	30,964	9,500	3,395	37,475
Febrero	354	24	17,372	6,275	7,213	3,053	8,286	3,407
Marzo	175	75	6,005	49	19	4,624	4,028	
Abril	852	71	11	1,507	3,067	6,848	2,517	
Mayo	57	3,616	2,450	906	14,534	1	23,532	
Junio	6,034	16,815	2,000	6,091	85	244	16,983	
Julio	180	0	154	777	1	9,475	8,337	
Agosto	765	506	284	8,607	855	2,081	25,482	
Septiembre	88	65	2,182	1,208	18,101	1,538	1,815	
Octubre	174	1,851	652	329	1,101	6,734	5,279	
Noviembre	698	2,796	674	457	2,412	3,300	4,074	
Diciembre	0	89	1	1	41	11,053	1,203	

Fuente: Banco de México en su página web www.banxico.org.mx

Estadísticas y niveles de operación en los mercados bursátiles y OTC en México

Tabla 1.3.5

Volumen Operado de Derivados sobre futuros de índices, acciones, dólar, euro, bonos m y tracs en el mercado bursátil MéxDer							
Operaciones de Futuros al cierre de cada mes							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Enero	1,003,986	430,812	474,949	322,225	5,459,526	3,154,499	2,712,721
Febrero	462,834	365,221	373,323	387,531	4,723,676	2,938,371	2,748,300
Marzo	510,482	947,344	647,176	298,104	4,108,494	3,060,082	4,948,768
Abril	432,286	678,061	327,509	888,274	3,788,904	1,879,283	3,217,617
Mayo	419,132	742,695	436,499	592,213	3,946,525	3,961,283	5,011,633
Junio	584,700	580,861	529,261	822,093	6,549,893	4,737,990	7,032,624
Julio	487,008	505,422	385,540	496,336	3,391,372	4,829,783	4,120,558
Agosto	635,922	509,491	507,028	515,324	4,291,247	3,800,879	3,700,774
Septiembre	864,000	855,322	580,515	1,076,448	3,069,127	3,543,007	3,674,118
Octubre	557,704	780,361	451,329	670,318	3,109,188	2,751,354	2,944,919
Noviembre	720,964	476,246	272,276	422,749	2,509,014	3,760,494	2,667,563
Diciembre	579,112	329,609	410,270	875,319	3,447,147	3,410,296	3,466,832

Fuente: Bolsa de derivados MexDer en su página web www.mexder.com.mx

Tabla 1.3.6

Volumen Operado de Derivados sobre opciones de índices, acciones, dólar, euro, bonos m y tracs en el mercado bursátil MéxDer							
Operaciones de Opciones al cierre de cada mes							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Enero	60,518	34,249	14,684	6,090	92,185	44,913	7,814
Febrero	1,628	1,111	24,068	21,322	107,946	95,025	6,670
Marzo	79,974	92,940	12,817	4,733	24,968	160,479	6,569
Abril	99,210	39,870	9,929	93,906	16,619	97,268	22,373
Mayo	11,984	10,009	10,722	108,185	9,330	70,948	61,406
Junio	1,392	194,056	17,732	125,432	40,623	46,862	51,834
Julio	6,056	22,324	9,136	57,258	52,316	40,463	11,661
Agosto	22,634	2,981	11,051	58,274	16,047	55,110	24,887
Septiembre	48,724	135,205	3,290	65,638	6,579	34,478	75,692
Octubre	3,156	9,052	7,560	13,073	10,468	93,062	118,229
Noviembre	2,060	22,160	5,333	35,384	6,547	19,228	116,623
Diciembre	7,778	2,037	4,176	48,236	2,958	10,418	8,844

Fuente: Bolsa de derivados MexDer en su página web www.mexder.com.mx

2. DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS BASICOS PARA INSTRUMENTOS FINANCIEROS DERIVADOS, TEORÍA EN LA LITERATURA ESPECIALIZADA.

El uso de los instrumentos derivados se ha incrementado, por lo que se adaptaron nuevos mecanismos y estrategias de operación, los cuales han mostrado su eficiencia y ventajas para los participantes del mercado incluyendo a las autoridades y los usuarios de estos productos. Los más comunes y de mayor uso son los futuros, opciones, *forwards* y *swaps* de los cuales hablaremos en seguida.

La validación de estos modelos de valuación, inicia describiendo los modelos teóricos de estos instrumentos, tal y como se encuentran en la literatura especializada y como se manejan en prácticas internacionales.

2.1 Revisión la literatura especializada en modelos de valuación para derivados

Iniciamos describiendo los modelos de derivados OTC conocidos también como extra-bursátiles para concluir con los modelos operados en bolsas de derivados ó conocidos como derivados bursátiles, indicando en cada modelo su fuente de referencia

2.1.1 Productos derivados extra-bursátiles (OTC)

Operaciones extra-bursátiles a futuro sobre divisas (forwards de divisas) ⁸

El valor a mercado de un contrato forward de divisas en el caso de una compra, es la diferencia en valor presente del tipo de cambio spot a la fecha de valuación y del tipo de cambio forward pactado originalmente según se muestra en la siguiente ecuación:

$$MTM = M \left[\frac{S_{t_0}}{(1 + r_f * t / 360)} - \frac{K}{(1 + r_d * t / 360)} \right] \quad (1)$$

En el caso de una operación de venta el cambio en el valor a mercado se calcula con base en la siguiente ecuación:

$$MTM = M \left[\frac{K}{(1 + r_d * t / 360)} - \frac{S_{t_0}}{(1 + r_f * t / 360)} \right] \quad (2)$$

⁸ Options, Futures, and other Derivatives Derivatives, John C. Hull, Edi. Prentice Hall, Fifth Edition pp. 55-64.

Donde:

MTM: Valor a mercado del forward de divisas

M: Monto inicial pactado a intercambiar denominado en la divisa a operar

Sto : Tipo de cambio spot en el momento de valuación

K : Tipo de cambio pactado (strike)

rd : Tasa de interés domestica y rf : Tasa de interés foránea de la divisa a operar

t: Plazo de vencimiento de la operación

El tipo de cambio forward se evalúa bajo la siguiente ecuación:

$$Forward_t = S_{t0} \left(\frac{1 + r_d \times \left(\frac{t}{360} \right)}{1 + r_f \times \left(\frac{t}{360} \right)} \right)$$

Operaciones extra-bursátiles a futuro sobre Tasas de Interés (Forward de tasa de interés FRA – Forward Rate Agreement)⁹

El futuro de la tasa de interés nominal se obtiene como el resultado de comparar una inversión a una tasa de interés a corto plazo, reinvertiendo ésta a una tasa futura, contra una inversión a una determinada tasa de interés a largo plazo según se muestra en la siguiente ecuación:

$$r_{ft} = \left[\frac{(1 + r_{larga} * (t_{larga} / 360))}{(1 + r_{corta} * (t_{corta} / 360))} - 1 \right] * \frac{360}{t_{ref}} \quad (3)$$

Una vez obtenida la tasa forward, el valor a mercado se calcula como el valor presente de las plus o minusvalías del contrato forward, es decir, el valor actual en pesos de la diferencia entre la tasa de interés forward y la tasa de interés pactada en caso de una operación de compra y viceversa en caso de una venta según se muestra en las expresiones siguientes:

En el caso de una compra:

$$MTM = M \left[\frac{(r_p - r_{ft}) * t_{ref} / 360}{(1 + r_{des} * t_{larga} / 360)} \right] \quad (4)$$

⁹ Options, Futures, and other Derivatives Derivatives, John C. Hull, Edi. Prentice Hall, Fifth Edition pp. 98-101

En el caso de una venta:

$$MTM = M \left[\frac{(r_{ft} - r_p) * t_{ref} / 360}{(1 + r_{des} * t_{larga} / 360)} \right] \quad (5)$$

Donde:

MTM: Valor a mercado de la posición

M: Monto de referencia de la operación en pesos

r_p : Tasa nominal pactada en el contrato de FRA

r_{ft} : Tasa nominal futura implícita de mercado

t_{ref} : Plazo de referencia del FRA acordado

r_{corta} : Tasa nominal de mercado al plazo de inicio

r_{larga} : Tasa nominal de mercado al plazo de vencimiento

t_{larga} : Días por transcurrir a la fecha de vencimiento de la operación

r_{des} : Tasa de descuento del FRA

Swaps sobre tasas de interés nominal¹⁰

Son contratos mediante los cuales se establece la obligación bilateral de intercambiar una serie de pagos en efectivo por un periodo determinado, sobre un principal notional denominado en moneda nacional.

El valor a mercado de *swaps* de tasa de interés nominal (plain vanilla *swaps*) se calcula como la suma del valor presente de los correspondientes flujos de efectivo periódicos (sucesión de FRAs) según la siguiente ecuación:

En el caso de una compra:

$$MTM = M \sum_{i=1}^n \left[\frac{r_p * t_{ref} / 360}{(1 + r_{di} * t_i / 360)} \right] - \left[\frac{r_{fi} * t_{ref} / 360}{(1 + r_{di} * t_i / 360)} \right] \quad (6)$$

¹⁰ Options, Futures, and other Derivatives Derivatives, John C. Hull, Edi. Prentice Hall, Fifth Edition pp. 136-140

En el caso de una venta:

$$MTM = M \sum_{i=1}^n \left[\frac{r_{fi} * t_{ref} / 360}{(1 + r_{di} * t_i / 360)} \right] - \left[\frac{r_p * t_{ref} / 360}{(1 + r_{di} * t_i / 360)} \right] \quad (7)$$

Donde:

- MTM: Valor a mercado de la posición
- M: Monto notional de la operación en pesos
- r_p: Tasa nominal pactada en el contrato
- r_{fi}: Tasa futura nominal implícita de mercado en el período i
- t_{ref}: Plazo de referencia del FRA acordado
- r_{di}: Tasa nominal al plazo de vencimiento en el período i
- t_i: Plazo de vencimiento i

Swaps de divisa a tasas de interés variables o fijas¹¹

El concepto de *swap* de divisas es muy similar al caso de tasa de interés, ya que expresa los flujos de efectivo por diferenciales en las tasas de interés fija y variable tanto en moneda nacional como en divisas según se muestra en la siguiente ecuación:

$$MTM = M_d \left[\sum_{i=1}^n \frac{(r_a * p / 360)}{(1 + r_{di} * t_i / 360)} + \frac{1}{(1 + r_{dn} * t_n / 360)} \right] - M_f * S * \left[\sum_{i=1}^n \frac{(r_f * p / 360)}{(1 + r_{fi} * t_i / 360)} + \frac{1}{(1 + r_{fn} * t_n / 360)} \right] \quad (8)$$

En el caso de recibir tasa pasiva extranjera, el cálculo del valor a mercado se realiza con base en la siguiente ecuación:

$$MTM = M_f * S * \left[\sum_{i=1}^n \frac{(r_f * p / 360)}{(1 + r_{fi} * t_i / 360)} + \frac{1}{(1 + r_{fn} * t_n / 360)} \right] - M_d \left[\sum_{i=1}^n \frac{(r_d * p / 360)}{(1 + r_{di} * t_i / 360)} + \frac{1}{(1 + r_{dn} * t_n / 360)} \right] \quad (9)$$

Donde:

- MTM: Valor a mercado de la posición
- M_d: Deuda en moneda nacional
- M_f: Deuda en moneda extranjera

¹¹ Options, Futures, and other Derivatives Derivatives, John C. Hull, Edi. Prentice Hall, Fifth Edition pp. 143-145

- r_d : Tasa domestica
- r_f : Tasa foránea
- n : Número de períodos vigentes en que se realizarán pagos de interés
- t_i : Días por vencer del período i
- r_{di} : Tasa en moneda nacional al plazo de vencimiento tn_i
- r_{fi} : Tasa en la divisa pactada al plazo de vencimiento tn_i
- p : Plazo de referencia del *swap* de divisas
- S : Tipo de cambio spot vigente al momento de la valuación

En forma local, se puede utilizar ésta fórmula para las operaciones de *swaps* que realice tomando como referencia las Unidades de Inversión (UDIS), ya que puede ser considerada como una divisa para efectos de valuación.

Opciones de tipo europeo sobre divisas ¹²

El valor a mercado de opciones europeas sobre divisas se calcula multiplicando el precio de la opción por el monto notional en la divisa a operar. El precio de la opción se determina en función del precio futuro, el precio de ejercicio (strike price) y la probabilidad de ejercer la opción en un plazo determinada a través del método de Garman-Kolhagen de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

Opción de Compra (*Call*):

$$C = \left[\frac{F_0 N(d_1) - XN(d_2)}{1 + r \left(\frac{T-t}{365} \right)} \right] \quad (10)$$

¹² Options, Futures, and other Derivatives, John C. Hull, Edi. Prentice Hall, Fifth Edition pp. 276- 278

Opción de venta (*Put*):

$$P = \left[\frac{XN(-d_2) - F_oN(-d_1)}{1 + r \left[\frac{(T-t)}{365} \right]} \right] \quad (11)$$

Donde:

$$d_1 = \frac{LN \left[\frac{F_o}{X} \right] + \sigma^2(T-t)/2}{\sigma \sqrt{(T-t)}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{(T-t)} \quad (12)$$

El valor a mercado se calcula multiplicando C ó P por el monto de la operación en el caso de compra y -C ó -P en el caso de una venta.

Donde:

- C: Precio del *call*
- P: Precio del *put*
- X: Tipo de cambio o precio de ejercicio
- F_o: Tipo de cambio Forward
- r: Tasa de interés domestica al plazo a vencimiento
- (T-t): Plazo al vencimiento (T = fecha de vencimiento, t = fecha de valuación)
- σ: Volatilidad esperada

Opciones de tipo americana sobre divisas ¹³

La metodología de valuación de contratos de opciones americanas sobre divisas se basa en el método de Black-Scholes más una aproximación lineal de Barone-Adesi & Whaley según se aprecia en la siguiente ecuación:

¹³ Options, Futures, and other Derivatives, John C. Hull, Edi. Prentice Hall, Fifth Edition pp. 433-434

$$C(S) = \begin{cases} c(S) + A_2 \left(\frac{S}{S^*} \right)^{\gamma_2} & ; S < S^* \\ S - X; S \geq S^* & \end{cases} \quad (13)$$

Donde:

C(S): Precio del *call* americano valuado usando la aproximación Barone-Adesi & Whaley

c(S): Precio del *call* valuado con el modelo de Black-Scholes tradicional

S*: Tipo de cambio arriba del cual la opción debe ejercerse antes de vencimiento, estimado por métodos numéricos al resolver la siguiente ecuación:

$$S^* - X = c(S^*) + (1 - e^{-rf(T-t)} N(d1(S^*))) \frac{S^*}{\gamma_2} \quad (14)$$

De manera similar se tiene que el precio del *put* americano es:

$$P(S) = \begin{cases} p(S) + A_1 \left(\frac{S}{S^{**}} \right)^{\gamma_1} & ; S > S^{**} \\ X - S; S \leq S^{**} & \end{cases} \quad (15)$$

Donde:

P(S): Precio del *put* americano valuado usando la aproximación Barone-Adesi & Whaley

p(S): Precio del *put* valuado por el modelo de Black-Scholes tradicional

S**: Tipo de cambio crítico abajo del cual la opción debe ejercerse antes de vencimiento, estimado por métodos numéricos al resolver la siguiente ecuación:

$$X - S^{**} = p(S^{**}) - (1 - e^{-rf(T-t)} N(-d1(S^{**}))) \frac{S^{**}}{\gamma_1} \quad (16)$$

Adicionalmente se tiene que:

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{2r}{\sigma^2} \\
 \beta &= \frac{2(r - r_f)}{\sigma^2} \\
 \gamma_1 &= \left[-(\beta - 1) - \sqrt{(\beta - 1)^2 + \frac{4\alpha}{h}} \right] / 2 \\
 \gamma_2 &= \left[-(\beta - 1) + \sqrt{(\beta - 1)^2 + \frac{4\alpha}{h}} \right] / 2 \\
 A_1 &= -\left(\frac{S^{**}}{\gamma_1} \right) \left[1 - e^{-rf(T-t)} N(-d1(S^{**})) \right] \\
 A_2 &= \left(\frac{S^*}{\gamma_2} \right) \left[1 - e^{-rf(T-t)} N(d1(S^*)) \right] \\
 d1(S) &= \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + (r - r_f + \sigma^2 / 2) * (T - t)}{\sigma \sqrt{T - t}} \\
 h(T - t) &= 1 - e^{-r(T-t)}
 \end{aligned} \tag{17}$$

Donde:

- C: Precio del *call*
- P: Precio del *put*
- X: Tipo de cambio o precio de ejercicio
- S: Tipo de cambio spot
- rf: Tasa de interés al plazo a vencimiento en moneda extranjera
- r: Tasa de interés domestica al plazo a vencimiento
- (T-t): Plazo de vencimiento (T = fecha de vencimiento, t = fecha de valuación)
- σ : Volatilidad esperada

Opciones de tipo europeo sobre Acciones e Índices ¹⁴

El valor a mercado de opciones sobre acciones e índices se calcula multiplicando el precio de la opción por el monto nominal de la acción o índice a operar. El precio de la opción se determina en función del precio de mercado, el precio de ejercicio (strike price) y de la probabilidad de ejercer la opción en un plazo determinada a través del método de Fischer Black and Myron Scholes de acuerdo con las siguientes ecuaciones.

$$call = Se^{-q(T-t)} N(d_1) - Xe^{-r(T-t)} N(d_2) \quad (18)$$

$$put = Xe^{-r(T-t)} N(-d_2) - Se^{-q(T-t)} N(-d_1) \quad (19)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + (r - q + \sigma^2 / 2 * (T - t))}{\sigma\sqrt{(T - t)}} \quad (20)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T - t)} \quad (21)$$

Donde:

S: Precio de ejercicio de la opción

X: Precio de mercado

r: Tasa de interés libre de riesgo

q: Tasa de dividendos

(T-t): Plazo al vencimiento (T = fecha de vencimiento y t = fecha de valuación)

σ : Volatilidad

¹⁴ Options, Futures, and other Derivatives, John C. Hull, Edi. Prentice Hall, Fifth Edition pp. 268 - 276

Opciones de tasas de interés ¹⁵

Las opciones sobre tasas de interés (*caps/floors*) se utilizan para cubrir el riesgo de movimientos en las tasas de interés. Un *cap* protege al comprador, contra aumentos en las tasas a corto plazo y un *floor* lo protege contra bajas.

El comprador de un *cap* es, por tanto, quien adquiere una posición a tasa fija y se protege contra el alza en la tasa de interés y viceversa para el *floor*. Cabe mencionar que el día de liquidación acordado, las contrapartes se liquidarán únicamente la diferencia entre la tasa originalmente pactada y la tasa que prevaleció en el mercado cuando el *cap / floor* llegue a vencimiento.

$$MTM_{cap} = \left(\frac{T * M}{1 + T * fwd} \right) \left\{ e^{-rkt} [fwdN(d_1) - R_x N(d_2)] \right\} \quad (22)$$

$$MTM_{floor} = \left(\frac{T * M}{1 + T * fwd} \right) \left\{ e^{-rkt} [R_x N(-d_2) - fwdN(-d_1)] \right\} \quad (23)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{fwd}{R_x}\right) + \sigma_f^2 kt / 2}{\sigma_f \sqrt{kt}} \quad (24)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_f \sqrt{kt} \quad (25)$$

Donde:

- R_x: Cap de la tasa de interés
- M: Monto de referencia de la operación
- T: Plazo
- r: Tasa de interés libre de riesgo
- kt: Plazo de la tasa de interés libre de riesgo
- fwd: Tasa de interés *forward* del periodo.
- σ: Volatilidad del *forward*.

¹⁵ Options, Futures, and other Derivatives, John C. Hull, Edi. Prentice Hall, Fifth Edition pp. 508 - 510

2.1.2 Productos derivados operaciones en mercados extra-bursátiles y/o en mercados reconocidos

Opciones bursátiles sobre:

- Divisas, quedando comprendidos moneda nacional contra divisa y divisa contra divisa, (véase formulas 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y17)
- Acciones o índices sobre acciones, quedando comprendidos en este grupo índices de bolsas de valores, una acción, un grupo o canastas de acciones, que coticen en bolsa, (véase formulas 18, 19, 20 y 21)
- Tasas de interés nominales o reales, quedando comprendidos valores emitidos, avalados o garantizados por el Gobierno Mexicano o gobierno extranjeros. (véase formulas 22, 23, 24, y 25)

El componente de las opciones en estos instrumentos, es valuado de acuerdo a los modelos de opciones de tasa de interés, acciones ó índices y divisas, de mercados OTC que se presentaron en los modelos anteriores.

Productos derivados en mercados reconocidos en México (bursátiles)¹⁶

Para la operación de contratos de futuros sobre, tasas de interés nominales y reales, Divisas, Acciones, precios o Índices sobre Acciones, Metales Preciosos e Unidades de Inversión, se emplea en el caso de la bolsa mexicana la metodología de valuación a mercado conforme a los precios de liquidación para cada serie que se usa en el Mercado Mexicano de Derivados, S.A. de C.V. (MexDer), como se muestra en la siguiente ecuación:

$$MTM = \left[\frac{N}{1 + PM_t * \frac{tref}{360}} \right] - \left[\frac{N}{1 + PO_t * \frac{tref}{360}} \right] \text{ en caso de tratarse de tasas (26)}$$

$$MTM = [PM_t - PO_t] * N \text{ en caso de tratarse de precios (27)}$$

¹⁶ www.mexder.com.mx, Términos y condiciones de Futuros de Acciones, MexDer.

Donde:

MTM: Es el cambio diario en el valor a mercado (*settlement price*) del contrato y serie pactada.

PM: Precio de mercado o de liquidación del instrumento

t_{ref} : Plazo de referencia del subyacente

PO: Precio pactado de la operación

N: Monto nominal o valor de contrato por número de títulos.

t: Plazo de tenencia del contrato

Por tanto, el valor a mercado de los instrumentos derivados listados arroja como resultado las ganancias o pérdidas monetarias diarias provenientes del resultado de la substracción entre el precio pactado del subyacente y el precio de liquidación para el día de valuación determinada para cada contrato serie. Estas ganancias o pérdidas monetarias son efectos de valuación, y son realizadas económicamente de forma diaria, afectando la cuenta de aportaciones (margen).

3. ANÁLISIS CUALITATIVO Y CALIBRACIÓN DE LOS MODELOS DE VALUACIÓN PARA DERIVADOS

Después de que tenemos identificado cada uno de los modelos de instrumentos derivados teóricos, desarrollados en la literatura especializada, así como sus hipótesis y supuestos para su valuación. Seguimos con el desarrollo planteado en el capítulo 1, resaltando que es importante buscar que las instituciones tengan documentados los modelos a emplear para su valuación, ya que dependiendo de ellos, se confirmara si toman los modelos y supuestos teóricos o están adaptados y es necesario verificar que se este usando correctamente los supuestos matemáticos.

3.1 Análisis cualitativo de los modelos de valuación para derivados

Para realizar el análisis cualitativo, consideramos un ejemplo de documentación de modelos de valuación de una institución, a continuación se presenta la forma en que describen los modelos así como en su caso, las observaciones que tienen como base el objetivo de verificar que las formulas utilizadas para la valuación están acordes con los modelos teóricos y sus supuestos.

3.3.1 Productos derivados extra-bursátiles (OTC)

Futuro (*Forwards*) sobre divisas

El valor a mercado (MTM por sus siglas en inglés *Mark to Market*) de un contrato forward de divisas¹⁷ en el caso de una compra es la diferencia en valor presente del tipo de cambio spot a la fecha de valuación y del tipo de cambio *forward* pactado originalmente según se muestra en la siguiente ecuación:

$$V_i = \left(\frac{S}{1 + r_{USD} \times \left(\frac{T-t}{360} \right)} - \frac{K}{1 + r_{MXN} \times \left(\frac{T-t}{360} \right)} \right)$$

donde:

¹⁷ Para Futuros de UDIs o Ufs aplica las mismas ecuaciones

$V_i = \text{Valor a Mercado}$
 $S_i = \text{Tipo de cambio spot MXN / USD}$
 $r_{USD} = \text{Tasa en pesos IRMXN}$
 $r_{MXN} = \text{Tasa en dólares IRUSD}$
 $K = \text{Precio de ejercicio MXN / USD}$

La valuación a mercado de la posición se estima considerando los puntos forwards originados por el proveedor de precios (*price vendor*):

$$\text{Puntos Forwards}_{t,T} = \text{FX Forward}_{t,T} - S_t$$

Donde:

$$\text{Forward}_{t,T} = S_t \left(\frac{1 + r_{USD} \times \left(\frac{T-t}{360} \right)}{1 + r_{MXN} \times \left(\frac{T-t}{360} \right)} \right)$$

El MTM se estima de la siguiente forma:

$$V_i = \left[\frac{\text{Forward}_{t,T} - K}{\left(1 + r_{MXN} \frac{T-t}{360} \right)} \right]$$

Donde:

$K = \text{Precio ejercicio FX}$
 $\text{Forward}_{t,T} = \text{FX Forward}$
 $r_{MXN} = \text{Tasa en pesos IRMXN}$

Cabe señalar que en dicha ecuación se tomo como subyacente las monedas en dólares y en pesos sin embargo puede ser cualquier tipo de moneda.

Observación

- 1) Observamos en la documentación que la fórmula de *Forward* de Divisa tiene como monto de referencia 1 peso, sin embargo no se especifica dicho detalle
- 2) En la documentación menciona la fórmula para la obtención de la valuación a mercado, sin embargo no especifica que esta es para una operación de compra y no indica cual sería la forma de obtener la valuación a mercado para una operación de venta.

- 3) Sugerimos que en la fórmula sea insertada la variable monto de referencia o valor nominal, así como se especifique que la fórmula para la valuación a mercado descrita es para una operación de compra, además de añadir de forma explícita la valuación de mercado para una operación de venta o en su defecto sugerimos que para diferenciarlas se podría especificar que el monto de referencia contiene un signo positivo cuando es compra y negativo cuando es venta.

Forward sobre Tasas de Interés (FRA's)

La tasa forward se determina con la siguiente fórmula:

$$Tasa\ Fwd_{i,T} = \left(\frac{\left(1 + Tasa_T \times \frac{pzo_T}{360} \right)}{\left(1 + Tasa_t \times \frac{pzo_t}{360} \right)} - 1 \right) \times \frac{360}{(pzo_T - pzo_t)}$$

Donde:

$$\begin{aligned} Tasa_T &= Tasa\ spot\ de\ plazo\ T \\ Tasa_t &= Tasa\ spot\ de\ plazo\ t \\ pzo_T &= Plazo\ largo \\ pzo_t &= Plazo\ corto \end{aligned}$$

Una vez obtenido el precio *forward*, el valor a mercado se calcula como el valor presente del flujo (plus o minusvalías del contrato *forward*), es decir, el valor actual en pesos de la diferencia entre la tasa de interés *forward* y la tasa de interés pactada según se muestra en las expresiones siguientes:

$$Flujo = \left(Monto \times (TasaPact - TasaFwd_{i,T}) \times \frac{T-t}{360} \right)$$

Donde:

Flujo = Pérdida ó ganancia a vencimiento

Monto = Monto no min al ó de referencia

TasaPact = Tasa pactada

Tasa_{T-t} = Tasa spot de plazo $T - t$

MTM = Valor a mercado de l FRA

pzo = Plazo $T - t$

$$MTM = \frac{Flujo}{\left(1 + Tasa_{T-t} \times \frac{pzo}{360}\right)}$$

Observación

- 1) Observamos que en la documentación se menciona la fórmula para la obtención de la valuación a mercado, sin embargo no se especifica que esta es para una operación de compra además que no se menciona la obtención de la valuación a mercado para una operación de venta.
- 2) Observamos que en la fórmula de obtención de la Tasa *Forward* la variable $TasaFwd_{t,T}$ no se encuentra definida, así como en la fórmula de Flujo la variable $TasFwd_{t,T}$ tampoco se encuentra definida.
- 3) Sugerimos generalizar la fórmula para cualquier tipo de tasa, cualquier plazo de la tasa y su tipo de operación. De la misma forma se sugiere que se especifique que la fórmula para la valuación a mercado descrita es para una operación de compra, además de añadir de forma explícita la valuación de mercado para una operación de venta o en su defecto sugerimos que para diferenciarlas se podría especificar que el monto de referencia va con signo positivo cuando es compra y negativo cuando es venta.
- 4) Sugerimos definir todas las variables que intervienen en la valuación de FRA's.

Operaciones de *Swap* sobre tasas de interés nominales

Son contratos mediante los cuales se establece la obligación bilateral de intercambiar una serie de pagos en efectivo por un periodo determinado, sobre un principal nominal denominado en moneda nacional.

El valor a mercado de *swaps* de tasa de interés nominal (*plain vanilla swaps*) se calcula como la suma del valor presente de los correspondientes flujos de efectivo periódicos (sucesión de FRAs) según la siguiente ecuación:

En el caso de tasa fija contra tasa variable el valor del swap puede ser calculado como la diferencia de un bono a tasa variable y un bono a tasa fija en el caso de una compra, mientras que en el caso de una venta es la diferencia entre el bono a tasa fija y bono a tasa variable.

A continuación se muestran las fórmulas de manera detallada:

$$\text{Interest Rate Swap} = (A_1 - A_2) \text{ Ó } (A_2 - A_1)$$

Para el cálculo del Bono a tasa variable la fórmula es la siguiente:

$$A_1 = N * \sum \frac{(cflot * pzo)}{(1 + rd_i * i * pzo)}$$

Para el cálculo del Bono a tasa fija la fórmula es la siguiente:

$$A_2 = N * \sum \frac{(cfijo * pzo)}{(1 + rd_i * i * pzo)}$$

Donde:

A_1 = Bono flo tante
 A_2 = Bono fijo
 N = Valor nominal
 rd_i = Tasa descuento al plazo $i * pzo$
 $cfijo$ = Tasa fija
 $cflot$ = Tasa variable ó flo tante
 pzo = Plazo en años del cupón
 i = número pagos

Donde la variable $cflot$ es calculada con la fórmula de tasa *forward* la cual fue descrita en el apartado anterior.

Observación

- 1) Observamos que únicamente tiene documentada la fórmula para un *Swaps* de tasa fija a tasa variable.
- 2) Sugerimos que la fórmula para el cálculo del Swap sea generalizada es decir se contemple tasa fija contra tasa fija y tasa variable contra tasa variable.
- 3) Observamos que en la variable *r_d* su definición esta multiplicada por el *pzo* (**pzo*), sin embargo el *pzo* ya fue definido en la fórmula por lo que no tiene sentido multiplicarlo por este factor, sugerimos se elimine.
- 4) Sugerimos que se defina la variable *pzo* = plazo de referencia de la tasa subyacente / 360, así como especificar el tiempo inicial y final de la variable *c_{flot}* y *c_{fijo}* para poder llevar a cabo su cálculo, también especificar que esta tasa *forward* depende de la variable *i*, asimismo sugerimos que se añada una variable *spread* la cual sea sumada a dicha tasa *forward*, dicha variable puede ser definida como el *spread* de la tasa cupón, en caso de que existiera.
- 5) Sugerimos que se inicie la suma en *i=1* hasta *n* (donde *n* es el número de cupones)

Operaciones de Swap sobre divisas

El concepto de *swap* de divisas expresa los flujos de efectivo por diferenciales en las tasas de interés fija y variable tanto en moneda nacional como en divisas según se muestra en la siguiente ecuación:

$$VM = Bd^* \left[\sum_{i=1}^n \frac{(r_d^* p / 360)}{(1 + r_{di}^* t_{mi} / 360)} + \frac{1}{(1 + r_{dn}^* t_{mn} / 360)} \right] - B_f^* S^* \left[\sum_{i=1}^n \frac{(r_f^* p / 360)}{(1 + r_{fi}^* t_{mi} / 360)} + \frac{1}{(1 + r_{fn}^* t_{mn} / 360)} \right]$$

En el caso de recibir tasa pasiva extranjera, el cálculo del valor a mercado se realiza con base en la siguiente ecuación:

$$VM = B_f^* S^* \left[\sum_{i=1}^n \frac{(r_f^* p / 360)}{(1 + r_{fi}^* t_{mi} / 360)} + \frac{1}{(1 + r_{fn}^* t_{mn} / 360)} \right] - Bd^* \left[\sum_{i=1}^n \frac{(r_d^* p / 360)}{(1 + r_{di}^* t_{mi} / 360)} + \frac{1}{(1 + r_{dn}^* t_{mn} / 360)} \right]$$

Donde:

VM : Valor a mercado de la Posición

Bd : Deuda en moneda nacional

Bf : Deuda en moneda extranjera

r_d : Tasa de interés activa (que se recibirá)

r_f : Tasa de interés pasiva (que se pagará)

n : Número de períodos vigentes en que se realizarán pagos de interés

t_{mi} : días por vencer del período *i*

r_{di} : Tasa en moneda nacional al plazo de vencimiento o *t_{mi}*

r_{fi} : Tasa en moneda pactada al plazo de vencimiento o *t_{mi}*

p : Plazo de referencia del swap de divisas

S : Tipo de cambio spot vigente a la fecha de valuación

Observación

- 1) No se encuentra documentada la formulación para operaciones de *Swaps* sobre divisas en la documentación
- 2) Sugerimos documentar dicha formulación en la documentación, a continuación mostramos como se podría documentar:

Operaciones de Opción Europea sobre Divisas

El valor a mercado de opciones europeas sobre divisas¹⁸ se calcula multiplicando el precio de la opción por el monto nominal en la divisa a operar. El precio de la opción se determina en función del precio futuro, el precio de ejercicio (strike price) y la probabilidad de ejercer la opción en un plazo determinado a través del método de Garman-Kolhagen de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

a) Opción de compra (*Call*) europea sobre Divisas

$$C = Se^{-r_f(T-t)}N(d_1) - Xe^{-r_d(T-t)}N(d_2)$$
$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r_d - r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$
$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r_d - r_f - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

Donde:

C : Valuación call europeo sobre divisas

S : precio subyacente

N(x) : Función de distribución acumulativa Normal Estándar

X : precio de ejercicio

r_f : Tasa de descuento moneda foránea

r_d : Tasa de descuento moneda doméstica

T - t : Tiempo al vencimiento (*T* = fecha de vencimiento, *t* = fecha de valuación)

σ : Volatilidad

b) Opción de venta (*Put*) europea sobre Divisas

$$P = Xe^{-r_d(T-t)}N(-d_2) - Se^{-r_f(T-t)}N(-d_1)$$

Donde:

P = valuación del put europeo sobre divisas

El valor a mercado del *Call* y *Put* se estima multiplicando la ecuación por el valor nominal o de referencia. En el caso de compra se aplica directo y para la venta se debe multiplicar por -1.

¹⁸ Para Opciones de UDIs o Ufs aplica la misma ecuación

Opciones de tipo americana sobre acciones e índices

La metodología de valuación de contratos de opciones americanas sobre acciones e índices se basa en el método de Black-Scholes más una aproximación lineal de Barone-Adesi & Whaley según se aprecia en la siguiente ecuación:

$$C(S,t) = \begin{cases} c(S,t) + A_2 \left(\frac{S}{S^*} \right)^{\gamma_2} & S < S^* \\ S - X & S \geq S^* \end{cases}$$

Donde:

$C(S,t)$: precio call americano

$c(S,t)$: precio call europeo

S : valor a mercado de activo subyacente

S^* : precio crítico de la acción (arriba del cual la opción debería ejercerse)

$$S^* - X = c(S^*,t) + \left\{ 1 - e^{-q(T-t)} N(d_1(S^*)) \right\} \left(\frac{S^*}{\gamma_2} \right)$$

$$-A_2 = \left(\frac{S^*}{\gamma_2} \right) \left\{ 1 - e^{-q(T-t)} N(d_1(S^*)) \right\}$$

$$-\gamma_2 = \left(\frac{-(\beta-1) + \sqrt{(\beta-1)^2 + \frac{4\alpha}{h}}}{2} \right)$$

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

$$\beta = \frac{2(r-q)}{\sigma^2}$$

$$\alpha = \frac{2r}{\sigma^2}$$

$$h(T-t) = 1 - e^{-r(T-t)}$$

Donde:

$N(x)$: Función de distribución acumulativa Normal Estándar

X : precio de ejercicio

r : Tasa de interés libre de riesgo

q : Tasa continua de dividendos

$T - t$: Tiempo al vencimiento o ($T =$ fecha de vencimiento, $t =$ fecha de valuación)

σ : Volatilidad de activo subyacente

De manera similar se tiene que el precio del *put* americano es:

$$P(S,t) = \begin{cases} p(S,t) + A_1 \left(\frac{S}{S^{**}} \right)^{\gamma_2} & S > S^{**} \\ S - X & S \leq S^{**} \end{cases}$$

Donde:

$P(S,t)$: precio *put* americano

$p(S,t)$: precio *put* europeo

S : Valor a mercado de activo subyacente

S^{**} : precio crítico de la acción (bajo del cual la opción debería ejercerse)

$$X - S^{**} = p(S^{**}, t) - \left[1 - e^{-q(T-t)} N(-d_1(S^{**})) \right] \left(\frac{S^{**}}{\gamma_2} \right)$$

$$A_1 = - \left(\frac{S^{**}}{\gamma_1} \right) \left[1 - e^{-q(T-t)} N(-d_1(S^{**})) \right]$$

$$-\gamma_1 = \left(\frac{-(\beta-1) - \sqrt{(\beta-1)^2 + \frac{4\alpha}{h}}}{2} \right)$$

Observación:

Observamos que la fórmula descrita presenta las siguientes omisiones:

- 1) En la descripción de la variable A_2 , no debe llevar el signo negativo.
- 2) En la fórmula para el *put*, están usando γ_2 como exponente, cuando debe utilizarse γ_1
- 3) Así mismo, en la fórmula del *put*, no cambiaron el término $S-X$ cuando $S \leq S^{**}$
- 4) En la descripción de $X-S^{**}$ están usando γ_2 como divisor, cuando debe utilizarse γ_1

Opciones de tipo europeo sobre Acciones e Índices

El valor a mercado de opciones sobre acciones e índices se calcula multiplicando el precio de la opción por el monto nominal de la acción o índice a operar. El precio de la opción se determina en función del precio de mercado, el precio de ejercicio (strike price) y de la probabilidad de ejercer la opción en un plazo determinada a través del método de Fischer Black and Myron Scholes de acuerdo con las siguientes ecuaciones.

En el caso de que la acción no pague dividendos, se usan las siguientes ecuaciones:

$$C = S N(d_1) - X e^{-r(T-t)} N(d_2)$$

$$P = X e^{-r(T-t)} N(-d_2) - S N(-d_1)$$

Para el caso de que el subyacente pague dividendos, basta reemplazar S por $S e^{-q(T-t)}$

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

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - \frac{\sigma}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

Donde:

C : Precio call europeo

S : Valor a mercado de activo subyacente

$N(x)$: Función de distribución acumulativa Normal Estándar

X : Precio de ejercicio

r : Tasa de interés continua libre de riesgo

q : Tasa continua de dividendos

$T-t$: Tiempo al vencimiento ($T =$ fecha de vencimiento, $t =$ fecha de valuación)

σ : Volatilidad de activo subyacente

Observación:

Observamos que la fórmula descrita presenta las siguientes omisiones:

- 1) En la descripción de la variable d_1 , en el numerador de la fórmula, la volatilidad debe ir elevada al cuadrado.

- 2) La expresión para la variable d_1 ya no es cierta en el caso de que el subyacente pague una tasa de dividendos distinta de cero.
- 3) No hace referencia a que estas fórmulas también aplican para el caso de que el subyacente sea un índice.
- 4) Sugerimos se haga mención explícita de que las fórmulas también abarcan el caso de que los subyacentes sean índices.
- 5) Sugerimos que se hagan las correcciones a las fórmulas de la documentación, en lo que respecta a la volatilidad.
- 6) Recomendamos cambiar la fórmula por una general, donde se contemple la opción cuando el subyacente pague dividendos.

Opciones de tasas de interés

Las opciones sobre tasas de interés (*caps/floors*) se utilizan para cubrir el riesgo de movimientos en las tasas de interés. Un *cap* protege al comprador, contra aumentos en las tasas a corto plazo y un *floor* lo protege contra bajas.

El comprador de un *cap* es, por tanto, quien adquiere una posición a tasa fija y se protege contra el alza en la tasa de interés y viceversa para el *floor*. Cabe mencionar que el día de liquidación acordado, las contrapartes se liquidarán únicamente la diferencia entre la tasa originalmente pactada y la tasa que prevaleció en el mercado cuando el *cap / floor* llegue a vencimiento.

Cap:

$$Valor = \frac{\tau L}{1 + \tau F_k} e^{-rk_r} [F_k N(d_1) - R_x N(d_2)]$$

Floor:

$$Valor = \frac{\tau L}{1 + \tau F_k} e^{-rk_r} [R_x N(-d_2) - F_k N(-d_1)]$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F_k}{R_x}\right) - \sigma_F^2 k \tau / 2}{\sigma_F \sqrt{k \tau}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{k \tau}$$

Donde:

R_x : Tasa fija cap / floor

L : Valor Nocial

τ : Tiempo

r : Tasa de int erés libre de riesgo de bono

k : Tasa de int erés libre de riesgo de bono al vencimient o

F_k : Tasa de int erés forward

σ_F : Volatilida d de F_k

Observación:

Observamos que la fórmula descrita presenta las siguientes omisiones:

- 1) En la descripción de la variable d_2 , solo ponen σ , cuando han venido utilizando

$$\sigma_F$$

Opciones de Swaps sobre tasas de interés

Una Swaption es una opción sobre un Swap, el cual otorga, al tenedor del mismo, el derecho de entrar a un Swap en un tiempo futuro T y durante el plazo del Swap $T+n$ periodos. La opción puede ser sobre un Swap de tasas de interés con nocial denominado en moneda nacional usando la siguiente fórmula

$$MTM_{call} = \sum_{i=1}^{mn} \left(\frac{L}{m} \right) e^{-r t_i} [FN(d_1) - R_x N(d_2)]$$

$$MTM_{put} = \sum_{i=1}^{mn} \left(\frac{L}{m} \right) e^{-r t_i} [R_x N(-d_2) - FN(-d_1)]$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F}{R_x}\right) + \sigma^2 T / 2}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

Donde:

R_x : Precio ejercicio

F : Tasa swap forward

L : Principal

m : Número pagos

T : Vencimiento o opción

σ : Volatilidad

Observación:

Observamos que la fórmula descrita presenta las siguientes omisiones:

- 1) Falta definir las variables n y t.

3.1.2 Productos derivados en mercados reconocidos en México (bursátiles)

Productos derivados en mercados reconocidos (bursátiles) ¹⁹:

La Institución requiere operar contratos de futuros sobre, tasas de interés nominales y reales, Divisas, Acciones, precios o Índices sobre Acciones, Metales Preciosos e Unidades de Inversión, empleándose la metodología de valuación a mercado conforme a los precios de liquidación para cada serie que se usa en el Mercado Mexicano de Derivados, S.A. de C.V. (MexDer), como se muestra en la siguiente ecuación:

$$MTM = [PM - PO] * N \text{ en caso de tratarse de precios}$$

Donde:

MTM = Cambio diario en el valor a mercado (*settlement price*) del contrato y serie pactada

PM = precio de mercado ó de liquidación del instrumento

PO = precio pactado de la operación

N = Monto Nominal

Por tanto, el valor a mercado de instrumentos derivados listados arroja como resultado las ganancias o pérdidas monetarias diarias provenientes de la comparación entre el precio

¹⁹ www.mexder.com.mx, Términos y condiciones de Futuros de Acciones, MexDer.

pactado del subyacente y el precio de liquidación para el día de valuación determinada para esa serie. Estas ganancias o pérdidas monetarias no son efectos de valuación, sino realizadas económicamente ese mismo día, afectando la cuenta de aportaciones (margen).

Observación:

- 1) Observamos que no esta documentada la fórmula para futuros de tasa de interés.
- 2) Falta documentar la metodología para valuar a mercado los Futuros Bursátiles en MexDer de Tasas de Interés

Consideraciones de sensibilidad (griegas)

Asimismo muestro la descripción de las “griegas” para las opciones sobre distintos subyacentes, que tiene documentada la institución que se reviso.

Las griegas son medidas de sensibilidad utilizadas para cuantificar el riesgo en opciones, expresan la sensibilidad del precio de una opción ante cambios en diferentes factores.

- Delta, es la sensibilidad del precio de la opción a las variaciones del precio del subyacente
- Gamma, es la sensibilidad de la delta a las variaciones en el precio del subyacente
- Theta, es la sensibilidad del precio de la opción ante el paso del tiempo
- Rho, es la sensibilidad del precio de la opción ante variaciones en la tasa de interés
- Vega, es la sensibilidad del precio de la opción ante cambios en la volatilidad del subyacente

A continuación anexamos la descripción de estas:

Opciones Europeas sobre divisas, quedando comprendida moneda nacional contra divisas y divisa contra divisa

Delta

Call:

$$\Delta = N(d_1)e^{-r_f(T-t)}$$

Put:

$$\Delta = -N(d_1)e^{-r_f(T-t)}$$

donde:

$N(x)$: Función de distribución acumulativa Normal Estándar

r_f : Tasa de interés libre de riesgo foránea

$T - t$: Tiempo al vencimiento ($T =$ fecha de vencimiento, $t =$ fecha de valuación)

Gamma

Call/Put: la fórmula es igual para *call* y *put*,

$$\Gamma = \frac{N'(d_1)e^{-r_f(T-t)}}{S\sigma\sqrt{T-t}}$$

donde:

$N(x)$: Función de distribución acumulativa Normal Estándar con $N'(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-x^2/2}$

S : Precio activo subyacente

r_f : Tasa de interés libre de riesgo foránea

$T - t$: Tiempo al vencimiento ($T =$ fecha de vencimiento, $t =$ fecha de valuación)

σ : Volatilidad

Theta

Call:

$$\Theta = \frac{SN'(d_1)\sigma e^{-r_f(T-t)}}{2\sqrt{T-t}} + r_f SN(d_1)e^{-r_f(T-t)} - r_d X e^{-r_d(T-t)} N(d_2)$$

Put:

$$\Theta = -\frac{SN'(d_1)\sigma e^{-r_f(T-t)}}{2\sqrt{T-t}} + r_f SN(-d_1)e^{-r_f(T-t)} + r_d X e^{-r_d(T-t)} N(-d_2)$$

Donde:

$N(x)$: Función de distribución acumulativa Normal Estándar con $N'(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2}$

r_d : Tasa de interés libre de riesgo doméstica

r_f : Tasa de interés libre de riesgo foránea

S : Precio activo subyacente

$T-t$: Tiempo al vencimiento (T = fecha de vencimiento, t = fecha de valuación)

σ : Volatilidad

Vega

Call/Put: : la fórmula es igual para call y put, sugiero desplegarla sólo una vez

$$\Lambda = \Gamma_S \sigma S^2 (T-t)$$

Donde:

S : Precio activo subyacente

$T-t$: Tiempo al vencimiento (T = fecha de vencimiento, t = fecha de valuación)

σ : Volatilidad

Rho (respecto a la tasa de interés doméstica)

Call:

$$\rho_d = X(T-t)e^{-r_d(T-t)} N(d_2)$$

Put:

$$\rho_d = -X(T-t)e^{-r_d(T-t)} N(-d_2)$$

Rho (respecto a la tasa de interés foránea)

Call:

$$\rho_f = -(T-t)e^{-r_f(T-t)} SN(d_1)$$

Put:

$$\rho_f = (T - t)e^{-r_f(T-t)}SN(-d_1)$$

Donde:

$N(x)$: Función de distribución acumulativa Normal Estándar

r_d : Tasa de interés libre de riesgo doméstica

r_f : Tasa de interés libre de riesgo foránea

X : Precio ejercicio

$T - t$: Tiempo al vencimiento (T = fecha de vencimiento, t = fecha de valuación)

S : Precio activo subyacente

Opciones Europeas sobre acciones, precios o índices sobre acciones y canastas de acciones

Delta

Call:

Paga Dividendo

$$\Delta_c = e^{-q(T-t)}N(d_1)$$

No paga Dividendo

$$\Delta_c = N(d_1)$$

Put:

Paga Dividendo

$$\Delta_p = e^{-q(T-t)}[N(d_1) - 1]$$

No paga Dividendo

$$\Delta_p = N(d_1) - 1$$

Donde:

$N(x)$: Función de distribución acumulativa Normal Estándar

q : Tasa dividendo

$T - t$: Tiempo al vencimiento (T = fecha de vencimiento, t = fecha de valuación)

Gamma

Call o Put:

Paga Dividendo

$$\Gamma = \frac{N'(d_1)e^{-q(T-t)}}{S\sigma\sqrt{T-t}}$$

No paga Dividendo

$$\Gamma = \frac{N'(d_1)}{S\sigma\sqrt{T-t}}$$

Donde:

$N(x)$: Función de distribución acumulativa Normal Estándar con $N'(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2}$

S : Precio activo subyacente

q : Tasa de dividendo

$T-t$: Tiempo al vencimiento ($T =$ fecha de vencimiento, $t =$ fecha de valuación)

σ : Volatilidad

Theta

Call:

Paga Dividendo

$$\Theta = \frac{SN'(d_1)\sigma e^{-q(T-t)}}{2\sqrt{T-t}} + qSN(d_1)e^{-q(T-t)} - rXe^{-r(T-t)}N(d_2)$$

No paga Dividendo

$$\Theta = -\frac{SN'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T-t}} - rXe^{-r(T-t)}N(d_2)$$

Put:

Paga Dividendo

$$\Theta = -\frac{SN'(d_1)\sigma e^{-q(T-t)}}{2\sqrt{T-t}} - qSN(-d_1)e^{-q(T-t)} + rXe^{-r(T-t)}N(-d_2)$$

No paga Dividendo

$$\Theta = -\frac{SN'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T-t}} - rXe^{-r(T-t)}N(-d_2)$$

donde:

$N(x)$: Función de distribución acumulativa Normal Estándar con $N'(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2}$

r : Tasa de interés libre de riesgo

q : Tasa de dividendos

S : Precio activo subyacente

$T-t$: Tiempo al vencimiento (T = fecha de vencimiento, t = fecha de valuación)

σ : Volatilidad

Vega:

Call o Put:

Paga Dividendo

$$\Lambda = S\sqrt{T-t}N'(d_1)e^{-q(T-t)}$$

No paga Dividendo

$$\Lambda = S\sqrt{T-t}N'(d_1)$$

donde:

$N(x)$: Función de distribución acumulativa Normal Estándar con $N'(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2}$

q : Tasa de dividendos

S : Precio activo subyacente

$T-t$: Tiempo al vencimiento (T = fecha de vencimiento, t = fecha de valuación)

Rho:

Call o Put:

Paga Dividendo

$$\rho = -X(T-t)e^{-r(T-t)}N(-d_2)$$

No paga Dividendo

$$\rho = X(T-t)e^{-r(T-t)}N(d_2)$$

donde:

N(x): Función de distribución acumulativa Normal Estándar

q: Tasa de dividendos

S: Precio activo subyacente

r: Tasa libre de riesgo

T - t: Tiempo al vencimiento (*T* = fecha de vencimiento, *t* = fecha de valuación)

Observamos que la institución detalla con precisión en esta sección la descripción de las griegas para los diferentes productos, mostrando si su aplicación es para opciones *call* o *put* y considerando si corresponde la incorporación de dividendos.

Se mostró en la primer parte el desarrollo teórico de los modelos de valuación de instrumentos derivados documentados en la literatura especializada, para así mostrar en la segunda la documentación de una institución así como la revisión y los comentarios que surgieron en el desarrollo de esta revisión sobre la documentación de los modelos.

Es importante destacar que en este caso todos los modelos coincidían con los presentados en la literatura especializada, ya que de no ser el caso se tendrían que validar los supuestos matemáticos para su aplicación.

3.2 Calibración de los modelos de valuación para derivados

Se define las pruebas de validación como las herramientas que permitirá llegar a calibrar los modelos y los resultados presentados por la institución, están divididas en dos partes, como se muestra en seguida:

- Validación de la fuente de información
- Validación de los modelos de valuación a mercado de los instrumentos derivados

En **primera instancia** se presentan las características generales y datos de las **fuentes de información** de uso en las instituciones del país, así como los proveedores de información que participan en este mercado, es importante destacar que se debe de buscar en cada revisión que los factores de riesgo empleados para la valuación sean consistente con los valores de mercado y las variables correspondientes en los modelos de valuación.

Asimismo, después de revisar los **modelos de valuación**, mostrados en la sección anterior y que concluimos que éstos son consistentes con las formulaciones teóricas encontradas en la literatura y utilizados por el mercado en forma general, llega el momento de realizar como **segundo paso** las **pruebas** aplicadas **para la validación de los modelos de valuación** de los instrumentos financieros derivados bajo los siguientes puntos:

- Comparar el modelo de valuación actual de cada instrumento con un cálculo independiente a través de pruebas selectivas.
- Investigar las diferencias que resulten significativas.
- Comprobación de la correcta aplicación del modelo en los sistemas que use la institución.
- En caso de no existir posición, se generara una posición hipotética con la que se pueda validar la aplicación del modelo de valuación.

En este capítulo se desarrollara la **formulación** de los modelos de valuación a mercado de los instrumentos financieros derivados, particularmente *forwards*, futuros, *swaps*, *swaptions*, opciones de tipo europeo y opciones de tipo americano. Es importante resaltar que las fórmulas empleadas para el cálculo de la valuación son las mismas que están documentadas en el capítulo anterior, con lo que se busca concluir que el modelo documentado, aplicado en sus sistemas arroja el mismo resultado que el realizado en esta prueba.

La **información** utilizada en el origen por la institución para la valuación de sus posiciones proviene de un proveedor de precios y en casos específicos de otros sistemas de información como son el caso de los más conocidos en el mercado Reuters, Infosel y Bloomberg.

Los proveedores de Precios como lo define en su página web la Comisión Nacional Bancaria y de Valores “CNBV” son las entidades que se encargan del servicio de cálculo, determinación y proveeduría o suministro de precios actualizados para la valuación de valores, instrumentos financieros derivados, así como de envío de información relacionada con dichas actividades. Este servicio se presta a las instituciones de crédito, casas de bolsa, sociedades de inversión, afores, aseguradoras, entre otros. Esta actividad es parte fundamental en la valuación de los mercados tanto nacionales como extranjeros de derivados, dinero, capitales, divisas y *commodities*, entre otros, ya que genera la información de los factores de riesgo de estos mercados. Actualmente en el país contamos con dos proveedores de precios Proveedor Integral de Precios (PIP) y Valuación Operativa y Referencias de Mercado S.A. de C.V (VALMER).

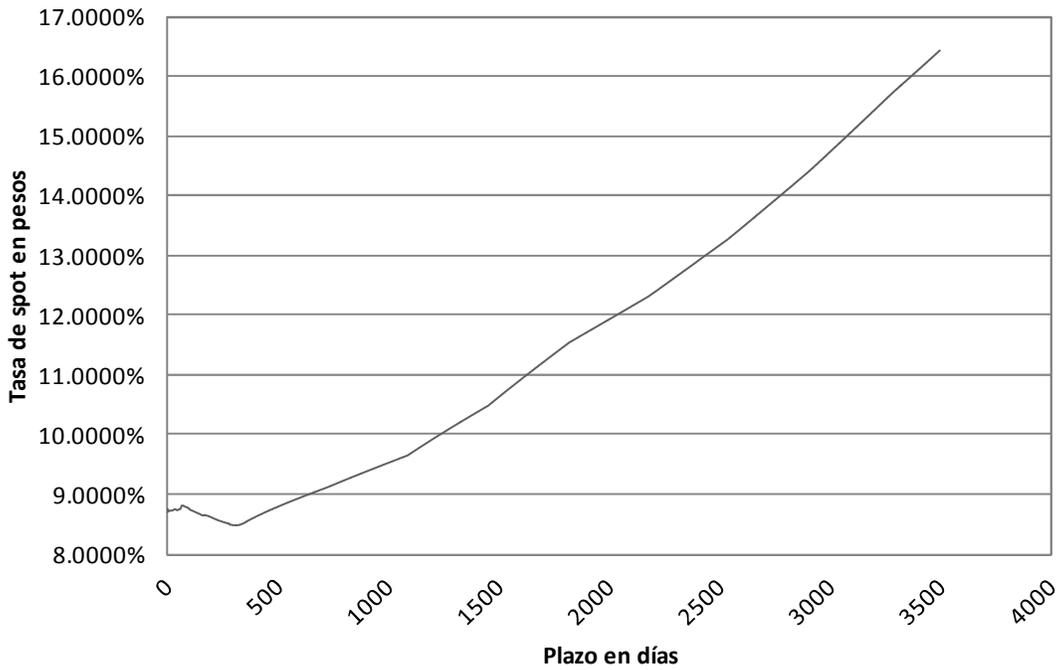
El análisis de los insumos, nos lleva a identificar los factores de riesgo para los productos señalados en el capítulo anterior y considerar lo que tiene documentado la institución. Como resultado se presenta la tabla siguiente:

Instrumento Derivado	Factor de Riesgo
Futuros extrabursátiles sobre divisa (MXN-USD)	1. Tipo de cambio spot
	2. Puntos Forward
	3. Tasa de descuento en pesos
Futuros sobre divisas (MXN-USD)	1. Tipo de cambio futuro de liquidación
Futuro sobre tasa de interés (TiiE, Cete y Bono)	1. Precio Futuro de TiiE
	2. Precio Futuro de CETES
	3. Precio Futuro de Bonos M
Futuros extrabursátiles sobre tasas de interes LIBOR	1. Tasa de rendimiento en dólares
	2. Tasa de descuento en dólares
Swaps sobre divisas (MXN-USD)	1. Tipo de cambio spot
	2. Tasa de rendimiento en dólares
	3. Tasa de rendimiento en pesos
	4. Tasa de descuento en dólares
	5. Tasa de descuento en pesos
Swaps sobre tasa de interés en pesos	1. Tasa de rendimiento en pesos
	2. Tasa de descuento en pesos
Swaps sobre tasa de interés en dólares	1. Tasa de rendimiento en dólares
	2. Tasa de descuento en dólares
Opciones Europeas sobre divisas (MXN-USD) y UDIS	1. Tipo de Cambio
	2. Volatilidad implícita
	3. Tasa de interés y descuento en pesos
	4. Tasa de interés en dólares
	5. Precio de la UDI
Opciones Europeas y Americanas sobre acciones, precios ó índices	1. Precio del subyacente
	2. Volatilidad del subyacente
	3. Tasa de interés y descuento en pesos
	4. Tasa de Dividendos
Opciones Europeas sobre tasas de interés	1. Tasa de interés y descuento en pesos
	2. Volatilidad del subyacente

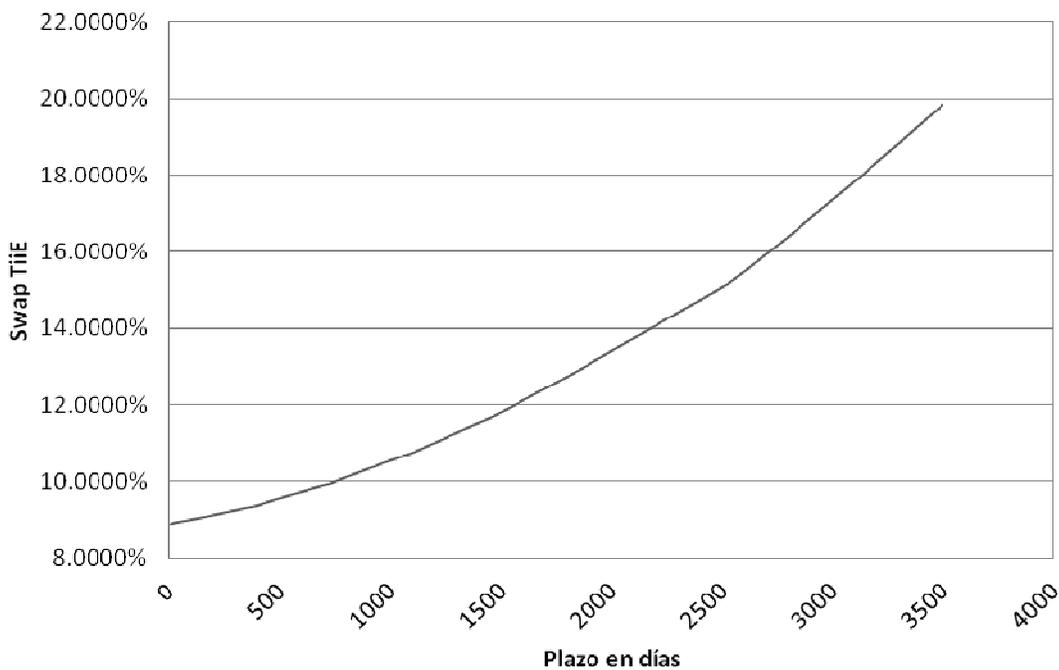
Para aplicar los modelos de valuación descritos en el capítulo dos es necesario tener la información relacionada a las estructuras de tasas de interés ó curvas al contado o *forwards* en las fecha de valuación definidas, los tipos de cambio indicados para cada producto, el valor de los activos subyacentes, así como conocer los niveles de volatilidad a los plazos para cada valuación.

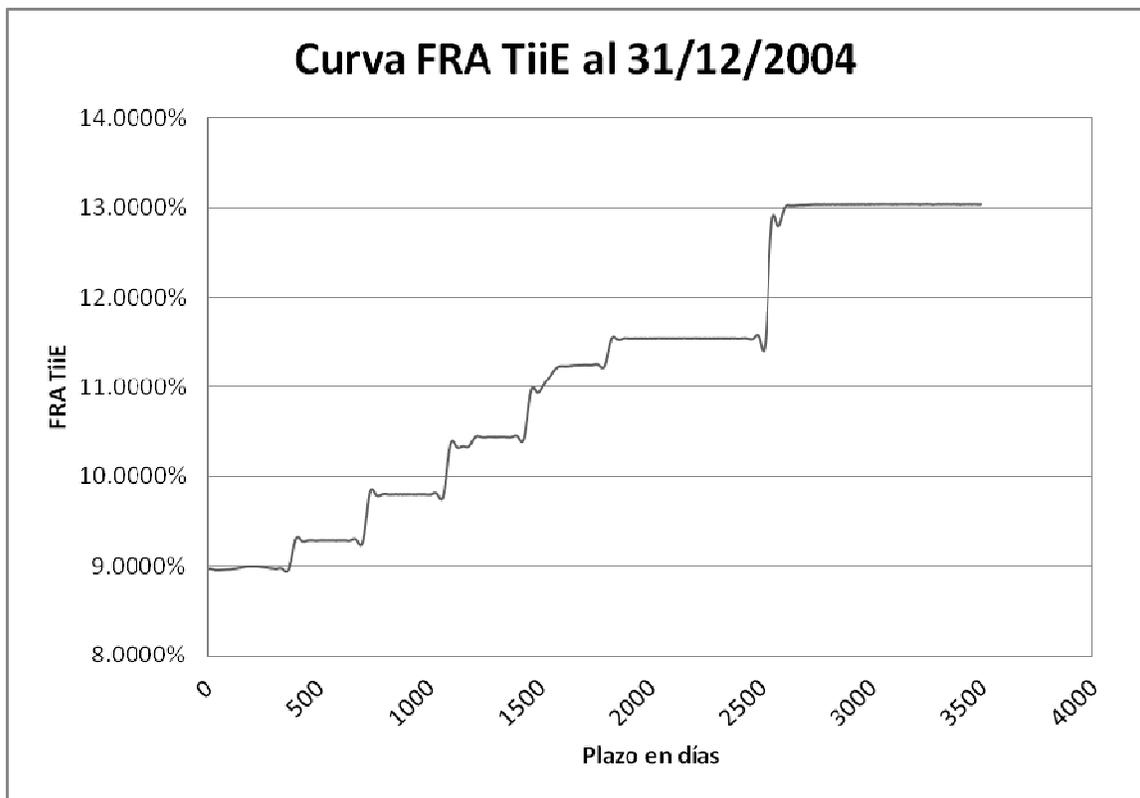
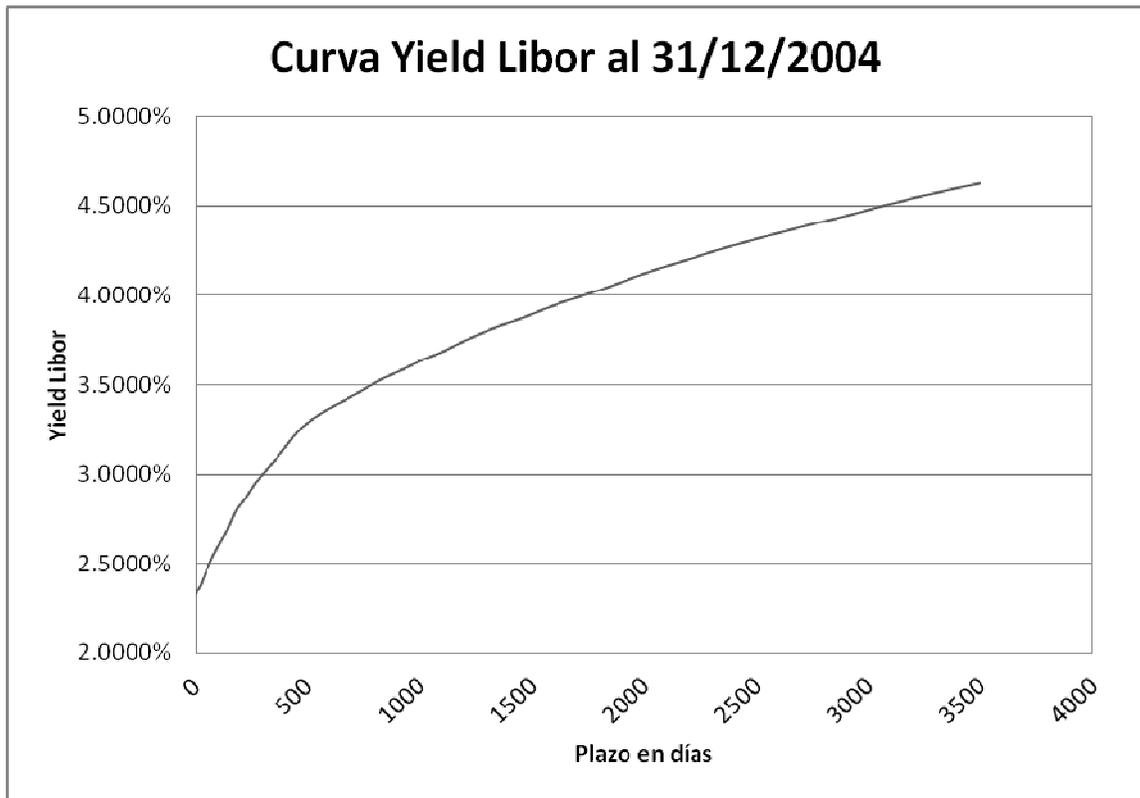
A continuación se mostrara la estructura temporal de algunas tasas de interés tanto spot como *forward*, según corresponda. Es necesario indicar que la valuación se realizó con posiciones y datos referenciados al año 2004, para eliminar el riesgo de divulgación de información.

Curva en pesos al 31/12/2004



Curva Swap TiiE al 31/12/2004





Es importante resaltar que para la información de volatilidades, ésta es escasa, ya que para el tipo de instrumento financiero derivado que cotizan y negocian en lo que se conoce como el mercado sobre el mostrador o OTC. Las diferentes empresas de información como las ya mencionadas proporcionan información sobre estas volatilidades, pero únicamente a manera de consulta, ya que ésta se obtiene del sistema de información Reuters o son estimadas de por cálculos internos con la información de mercado generada por los proveedores de precios. Se mostrara la consulta en un proveedor de precios quien muestra la siguiente información.

Volatilidades para Caps			
No. de caps	Bid	Ask	Mid
12	25.00%	29.00%	27.00%
25	22.50%	26.50%	24.50%
38	22.50%	26.50%	24.50%
51	21.00%	26.00%	23.50%
64	20.00%	25.00%	22.50%

Como resultado de la revisión de las fuentes de información, empleadas por la Institución contrastando contra los presentados por un proveedor de precios o información de mercado, no encontramos discrepancias entre la información generada por el proveedor de precios y la presentada por las fuentes originales de esta información como pagina web de Banxico, Reuters, Bloomberg, Infosel, precios de cierre del MexDer, etc.

Ahora cumpliendo el segundo paso, donde el objetivo es verificar que las fórmulas empleadas en los modelos de valuación sean acordes con la teoría financiera desarrollada y cumplan con cada uno de los supuestos que ésta señala.

Se realizaron las valuaciones con el fin de validar los modelos teóricos presentados por la Institución. Las fechas de valuación fueron al 31 de diciembre de 2004 en el caso de las posiciones reales e hipotéticas a excepción de las pruebas para productos derivados en mercados reconocidos y para los *forwards* sobre divisas que se validaron al 31 de enero de 2005, el resultado se comparo con los presentados por la Institución a través de sus sistemas de valuación.

A continuación se muestran los resultados obtenidos para cada instrumento derivado.

Forwards sobre tasas de interés nominales reales o sobretasas (FRA's)

Para la validación de los FRA's se consideró una posición hipotética en tasa de interés LIBOR, al 31 de diciembre de 2004. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Fecha de valuación:		31 de Enero de 2004					
Cliente:		Hipotética					
Número de Operaciones	Monto de compra	Moneda	Tasa Pactada	Tasa FRA	MTM REVISOR	MTM INSTITUCIÓN	Dif %
1	300,000.00	USD	3.29%	3.65%	-272.010	-272.000	4.442E-05

Forwards sobre divisas

Para la calibración de estos instrumentos, se escogió como subyacente el tipo de cambio Peso-Dólar.

Se tomó la posición total de la Institución al 31 de enero de 2005, calculándose el valor a mercado de las mismas, de acuerdo con la información proporcionada por la Institución. La Institución utiliza los puntos *forwards* del vector de precios y está utilizando el tipo de cambio Fix como base. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Fecha de valuación:		31 de Enero de 2005				
Tipo de Cambio:		11.2141				
Cliente:		Posición total				
Número de Operaciones	Monto de compra	Monto de Venta	Moneda	MTM REVISOR	MTM INSTITUCIÓN	Dif %
546	3,853,891.53	25,526,058.82	USD	279,805	279,805	0.0000%

Swaps sobre tasas de interés nominal, real o sobretasas

Se seleccionaron dos *swaps* en los cuales la Institución recibe una tasa de interés Fija por un intercambio de tasa de interés variable sobre TIIe 28 y LIBOR respectivamente.

Fecha de valuación: 31 de Diciembre de 2004		Cliente	Monto	Moneda	Paga/Recibe	Tasa Fija	Tasa Variable	Factor de Riesgo	MTM REVISOR	MTM INSTITUCIÓN	Dif %
		A	860,000,000.00	NKN	RECIBE	8.360%	TIIe 28	IRSSWPTIIE	-139,679.86	-139,679.86	0.2013%
		B	8,300,000	USD	RECIBE	3.290%	LIBOR 90	ISDSWPTSIR	-26,150.59	-26,586.93	1.6686%

El resultado de la valuación externa no muestra diferencias significativas para las operaciones revisadas, por lo que concluimos que el valor de mercado de estas transacciones es adecuado.

Swaps sobre divisas

Se seleccionaron dos *swaps* con diferentes contrapartes y características. La calibración de estos dio los siguientes resultados:

Fecha de valuación: 31 de Diciembre de 2004		Cliente	Monto MXM	MONTO USD	Tas a 1	Tas a 2	MTM REVISOR	MTM INSTITUCIÓN	Dif %
		C	\$28,025	\$2,500	8.85%	Libor 182 + 3.65 %	-144.59	-146.98	-1.6309%
		D	\$449,745	\$49,477	TIIe 28	Libor 28 + 1.9 %	182,983.72	187,149.74	-2.2260%

El resultado no muestra diferencias significativas respecto al cálculo de la Institución, por lo que concluimos que la metodología de valuación es adecuada.

Opciones de tipo europeo sobre divisas

Con fines de validación, se seleccionaron dos opciones europeas de divisas peso-dólar estadounidense. La estructura de tasas y volatilidades utilizadas en la valuación se obtuvo de la información proporcionada por la Institución y validada contra fuentes externas y proveedores de precio.

Fecha de valuación:										
31 de Diciembre de 2004										
Tipo de Cambio:		11.1495								
Cliente	Plazo	Monto USD	Operación	Strike	Tasa MKN	Tasa USD	Vol anual	MTM REVISOR	MTM INSTITUCIÓN	Dif %
E	55	\$2,000.00	Venta Call	11.375	9.987%	2.511%	9.6250%	-234.06	-229.68	1.909%
F	111	\$40,000.00	Venta Call	11.380	9.048%	2.724%	9.6250%	-9,221.10	-949,368.78	-2.871%

El resultado de la valuación externa no muestra diferencias significativas respecto al cálculo de las opciones, por lo que concluimos que la metodología de valuación es adecuada.

Opción de tasa de interés (*caps/floors*)

Se seleccionaron tres operaciones de opciones sobre tasa de interés (*collar y floor*) al 31 de diciembre de 2004, calculándose el valor a mercado de las mismas, de acuerdo con la estructura de tasas correspondiente. Los resultados se muestran a continuación:

Fecha de valuación:										
31 de Diciembre de 2004										
Cliente	Monto MKN	Plazo	Cap/Floor	Tasa Fija	Tasa Variable	Curva Descuento	MTM REVISOR	MTM INSTITUCIÓN	Dif %	
P	\$3,750,000	327	FLOOR	8.000%	Tiie 91	IRSSWPTIIE	5,038.27	5,044.72	-0.128%	
Q	-\$1,000,000	304	CAP	9.050%	Tiie 28	IRSSWPTIIE	-4,014.38	-3,993.98	0.511%	
R	\$67,339.70	1642	FLOOR	8.850%	Tiie 28	IRSSWPTIIE	1,763.70	1,741.19	1.292%	

El resultado de la valuación externa no muestra diferencias significativas respecto al cálculo de la Institución, por lo que concluimos que la metodología de valuación es adecuada.

Opción Europea y Americana de acciones, índices y canastas de acciones

Para la validación de los Opciones de acciones, índices y canastas de acciones se consideró una posición hipotética en IPC, al 31 de diciembre de 2004. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Fecha Valuación:		31 de Diciembre de 2004						
Posición Hipotética:		Opción Europea						
Plazo	Operación	Strike	Tasa MXN	Tasa Rendimiento	Vol anual	MTM REVISOR	MTM INSTITUCIÓN	Dif %
180	Compra Call	13,000	8.623%	8.560%	18.9400%	9.34	9.25	0.943%
180	Compra Put	13,000	8.623%	8.560%	18.9400%	4.69	4.70	-0.085%
Posición Hipotética:		Opción Americana						
180	Compra Call	13,000	8.623%	8.560%	18.9400%	9.01	9.25	-2.625%
180	Compra Put	13,000	8.623%	8.560%	18.9400%	5.24	5.31	-1.249%

El resultado de la valuación externa no muestra diferencias significativas respecto al cálculo de la Institución, por lo que concluimos que la metodología de valuación es adecuada.

Swaps sobre UDI

Para la validación de los Swaps sobre Udi se consideró una posición al 31 de diciembre de 2004.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Fecha Valuación:		31 de Diciembre de 2004						
Cliente	Plazo	Monto MXM	Monto UDIS	Tasa 1	Tasa 2	MTMREVISOR	MTM INSTITUCIÓN	Dif %
W	332	\$5,000,000	\$1,535,962	4.80%	MKNTREM182 + 50 PB	175,085.78	177,465.78	-1.341

El resultado de la valuación externa no muestra diferencias significativas respecto al cálculo de la Institución, por lo que concluimos que la metodología de valuación es adecuada.

Swaption

De acuerdo a las 2 operaciones hipotéticas proporcionadas por la Institución, mismas que fueron ingresadas en el sistema CDS, en los cuales se recibe o paga una tasa de interés Fija por un intercambio de tasa de interés variable sobre TIEE28 en caso del ejercicio de la Opción.

Tipo	Nocional	Tasa Fija	Plazo opción	Plazo swap	Volatilidad	Frecuencia	MTM		Dif. %
							INSTITUCIÓN	REVISOR	
Call	100,000	9.30%	367	364	17.30%	Mensual	598.43	598.41	0.0036%
Call	100,000	9.70%	367	728	17.10%	Mensual	-993.68	-997.71	-0.4041%

La valuación no muestra diferencias significativas.

Productos derivados en mercados reconocidos

Se realizó la valuación a mercado de toda la posición de futuros sobre tasa de interés nominal TIEE con plazo a 28 días y Cetes con plazo a 91 días, al 31 de enero de 2005. No existiendo diferencias significativas entre la valuación externa, respecto a la presentada por la Institución según se presenta a continuación:

Posición en Futuro	Número de Transacciones	Bolsa	MTM REVISOR	MTM INSTITUCIÓN	Dif %
Tiee 28	4131	MexDer	2,451,893.62	2,451,624.93	1.011%
Cete 91	21	MexDer	10,658.16	10,657.40	0.007%
Posición Total			2,462,551.78	2,462,282.33	0.011%

En términos generales la **fuentes de información** fue consistente con la presentada por el proveedor de precios, las fuentes de información externas y de uso generalizado por otras instituciones financieras. En lo que respecta a los **modelos de valuación**, éstos son consistentes con las formulaciones teóricas encontradas en la literatura.

Observamos que la Institución utiliza modelos estándares conocidos en la industria financiera y documentados en la literatura especializada, por lo que no es necesario revisar las hipótesis matemáticas detrás de éstos.

La actual aplicación de los modelos es de uso conocido y no contempla ninguna adecuación especial; además, la Institución los aplica interpretando correctamente los supuestos matemáticos. La calibración de los modelos se llevó a cabo con el objetivo de validar si la valuación reportada por la Institución es consistente con la formulación teórica anteriormente expuesta, es decir, si la metodología de valuación es consistente con la práctica.

Como resultado obtener que las valuaciones fueron razonables, ya que se encontraron dentro del 3% del límite de tolerancia para las diferencias de valuación. Es importante destacar la necesidad de definir este rango de precisión de acuerdo a la experiencia del valuador, a los movimientos de mercado y los productos a valorar, considerando que las diferencias no-significativas que se aprecian en algunos instrumentos se deben a la aplicación de la metodología, a los programas y sistemas que emplea cada Institución así como a los datos de mercado utilizados y que son considerados por diferentes medios.

4. CONCLUSIONES

El presente trabajo demostró que es necesaria la validación de los modelos de valuación de instrumentos financieros derivados, se destaca en el transcurso del mismo que entre más complejos son los modelos su eficiencia es más sensible a los factores de riesgo, procesos, documentos y sistemas con los que son adaptados para cada institución.

Asimismo, observamos que al existir literatura especializada en los modelos que con mayor frecuencia se emplean, nos permite tomarlos como base y lineamientos para la justificación matemática en caso de modificación o adaptación de modelos.

Se mostró que existen dos tipos de validación para los modelos:

- La cualitativa y de procesos; la cual nos permite identificar variables, supuestos matemáticos empleados, ajustes a los modelos existentes en la literatura especializada así como el alcance de los modelos con respecto a las condiciones de mercado.
- La cuantitativa y de calibración; presentando datos y resultados numéricos, obtenidos por cálculos propios contra los presentados por la instituciones, los cuales permiten realizar una comparación y validar su posición en el rango establecido.

Estas mismas pruebas cualitativas y cuantitativas, permiten identificar discrepancias que pueden ser ocasionadas por deficiencias en los datos aplicados a los modelos, o en problemas en la alimentación de las bases de datos o sistemas. Así como en la adaptación de los modelos por características de mercado y consideraciones de las diferentes áreas que intervienen en la operación de instrumentos derivados como son contraloría, contabilidad, fiscal y los diferentes riesgos.

Por lo tanto destacamos la importancia de validar los instrumentos derivados, para maximizar la eficiencia en su uso tanto de inversión como de cobertura y que otorgue claridad y herramientas a los reguladores de los mercados de derivados.

Así mismo, permite tener un mayor conocimiento y transparencia con respecto a; su forma de valorar, los factores que intervienen y el impacto para cada una de las áreas participantes en la operación. Todo lo anterior repercute positivamente para tener información precisa y veraz sobre el comportamiento de estos instrumentos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems

December 2010 (rev June 2011)

Bank for International Settlements

<http://www.bis.org/publ/bcbs189.pdf>

International convergence of capital measurement and capital standards

Basel II framework

June 2004

Bank for International Settlements

<http://www.bis.org/publ/bcbs107.pdf>

International convergence of capital measurement and capital standards

June 2006

Bank for International Settlements

<http://www.bis.org/publ/bcbs128.pdf>

"The development of local financial Markets: The Mexican Experience"

Güemez, G., , MexDer México,

Ponencia octubre de 2008

<http://www.mexder.com.mx/mex.presentaciones.html>

Options, Futures and Other Derivatives

Hull, John

Prentice Hall 5th Edi.

Introducción al análisis de productos financieros derivados

Rodríguez de Castro, J

Limusa

The Basel Handbook, a guide for financial practitioners

Ong , Michael K.

Risk Books & KPMG

Value at Risk

Jorion, Philippe

McGrawHill 3rd Edi.

Estudio: Evolución y análisis del mercado de derivados en México.

2009

Saavedra García, María Luisa

Utrilla Armendáriz, Jorge Octavio

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57952009000300012&lng=es&nrm=iso&tlng=eshttp://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57952009000300012&script=sci_abstract

International convergente of capital measurement and capital standards

July 1988 updated to april 1998

Bank for International Settlements

<http://www.bis.org/publ/bcbsc111.pdf>

International convergence of capital measurement and capital standards

July 1988

Bank for International Settlements

<http://www.bis.org/publ/bcbs04a.pdf>

Internal control issues in derivatives usage: An information tool for considering the COSO internal control - integrated framework in derivatives applications

1996

Committee of sponsoring organizations of the treadway commission, COSO

http://www.cpa2biz.com/AST/Main/CPA2BIZ_Primary/InternalControls/COSO/PRDOVR~PC-990010/PC-990010.jsp

Derivatives: Practices and Principles

Group of thirtystudy group

Pro Quo Books

Riesgos Financieros y Eónomos. Productos derivados y decisiones económicas bajo incertidumbre

2006

Venegas Martínez, Francisco

Thompson

ANEXO 1

REQUERIMIENTOS PARA LAS ENTIDADES QUE PRETENDAN REALIZAR OPERACIONES DERIVADAS (anexo 8 de los 31 puntos de Banxico)

I. REQUERIMIENTOS DE ADMINISTRACIÓN

1.- La Dirección General deberá establecer y el Consejo de Administración deberá aprobar específicamente:

- a) Los objetivos, metas y procedimientos generales para la operación con los clientes y otros intermediarios en el mercado.
- b) Las tolerancias máximas de riesgo de mercado, de crédito y otros riesgos consideradas como aceptables para la Entidad en el mercado, y
- c) Los procedimientos de aprobación de nuevos productos financieros relacionados con estos productos.

2.- La Dirección General deberá designar y el Consejo de Administración deberá aprobar una área de seguimiento de riesgos, diferente de las áreas tomadoras de riesgo, dependiente directamente de la Dirección General , cuyo propósito será:

- a) Medir, evaluar y dar seguimiento a los riesgos de mercado y de crédito provenientes de estos instrumentos.
- b) Comunicar, en el momento que se conozcan, a la Dirección cualquier desviación a los límites establecidos para que se realicen operaciones que eliminen los riesgos.
- c) Reportar diariamente a la Dirección General y sistemáticamente al Consejo de Administración sobre la operación de la Entidad en el mercado.

3.- La Dirección General y un comité designado por el Consejo de Administración deberán estar involucrados, en forma sistemática y oportuna, en el seguimiento de la administración de riesgos de mercado, crediticio, liquidez, y otros que consideren relevantes del mercado. Asimismo, deberán establecer un programa de revisión de los objetivos, metas y procedimientos de operación y control, así como de los niveles de tolerancia de riesgo por lo menos con periodicidad semestral y cada vez que las condiciones del mercado lo ameriten.

4.- La Dirección General deberá tener un procedimiento de acción contingente que le permita actuar cuando se detecte que son deficientes las políticas, procedimientos, controles internos, el sistema de información gerencial o los niveles de tolerancia de riesgo o cuando ocurran violaciones a las leyes, normas o circulares.

5.- La Dirección General y un comité designado por el Consejo de Administración deberán establecer un Código de Ética Profesional que norme la conducta del personal involucrado.

6.- La Dirección General deberá implementar un programa de capacitación continua dirigido a los operadores, personal de apoyo, área de seguimiento de riesgos y en general a todo el personal involucrado en el manejo y control de estos instrumentos.

II. REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN

7.- Las diferentes áreas responsables de la operación y supervisión del mercado, deberán haber establecido los objetivos, metas y procedimientos particulares, de operación y control, así como las tolerancias máximas de riesgo aceptables por área, los que deberán ser congruentes con los lineamientos generales establecidos por la Dirección General.

8.- La Entidad deberá tener al menos dos operadores competentes, debidamente capacitados y entrenados y como requisito adicional por lo menos uno de ellos con experiencia reconocida en el mercado. Además, deberán conocer las políticas y procedimientos de operación y control, así como los estándares éticos que norme la Entidad.

9.- La Entidad deberá contar con un sistema que le permita al área de seguimiento de riesgos y a los responsables del área de operación, supervisar en forma sistemática y oportuna, la actividad de los operadores y promotores de las operaciones propias del mercado.

10.- La Entidad deberá contar con un sistema que le permita a los operadores dar seguimiento a las posiciones a ellos asignadas, así como verificar el cumplimiento de sus límites.

11.- La Entidad deberá tener sistemas que permitan el procesamiento de las operaciones, la valuación y el control de riesgos de preferencia en tiempo real, tanto en la operación como en el área de apoyo.

12.- El Área de Operación conjuntamente con el área de seguimiento de riesgos deberá establecer modelos de valuación acordes con la tecnología desarrollada a la fecha, mismos que hayan sido revisados por el área de apoyo y que sean del dominio de los operadores de las operaciones del mercado.

III. REQUERIMIENTOS DE CONTROL INTERNO

III.1 Generales.

13.- Las actividades y responsabilidades del personal de operación y las del personal de apoyo deberán ser adecuadamente definidas y estar asignadas a las direcciones que correspondan.

14.- Deberán establecerse por escrito y darse a conocer al personal de operación y apoyo, manuales de operación y control, de tal forma que permitan la correcta ejecución de sus funciones en cada una de las áreas involucradas tales como: crédito, promoción, operación, registro, confirmación, valuación, liquidación, contabilización y seguimiento de todas las operaciones concertadas.

15.- La Entidad deberá establecer criterios internos para un adecuado análisis, evaluación, selección y aprobación de límites a los clientes que deseen participar en la compra o venta de las Operaciones Derivadas.

16.- Deberán establecer procedimientos que aseguren que todas las operaciones concertadas se encuentren amparadas por un contrato marco suscrito, y que estén debidamente documentadas, confirmadas y registradas.

17.- Deberán establecer procedimientos para asegurar que estas operaciones financieras y sus derivados aprobados por la Dirección General cuentan con un adecuado soporte operacional para su funcionamiento y control.

18.- Sin perjuicio de los lineamientos establecidos por la propia Entidad , deberán establecer una función de auditoría la cual tendrá que revisar, por lo menos una vez al año, el cumplimiento de las políticas y procedimientos de operación y de control interno así como una adecuada documentación de las operaciones.

19.- Los sistemas de procesamiento de datos, de administración de riesgos y de los modelos de valuación, deberán tener un adecuado respaldo y control que incluya la recuperación de datos.

III.2 Seguimiento.

20.- El área de seguimiento de riesgos deberá tener acceso diariamente al sistema de operación y al de apoyo para que pueda medir y evaluar los riesgos provenientes de las operaciones, y deberá proveer también diariamente a la Dirección General y sistemáticamente al Consejo de Administración con reportes debidamente verificados que muestren correcta y oportunamente los riesgos tomados por la Entidad.

III.3 Operación, Registro y Verificación.

21.- Los manuales de operación y control deberán contener políticas, procedimientos y mecanismos tales como grabaciones telefónicas y confirmaciones recíprocas por escrito de todos los términos acordados entre las partes para lograr asegurar la veracidad y autenticidad de las operaciones concertadas. Las operaciones no confirmadas, así como las no reportadas por los operadores dentro de un plazo máximo de 24 horas deberán investigarse de manera inmediata, sistemática y oportuna, registrarse una vez aclaradas y determinar acciones correctivas, asimismo deberán realizar las acciones necesarias para evitar la reincidencia de este tipo de irregularidades.

22.- Todas las confirmaciones deberán ser ejecutadas por el personal de apoyo y ser los únicos que podrán recibir las confirmaciones de las contrapartes, las cuales deberán ser cotejadas debidamente con los reportes del personal de operación, diariamente, y en caso de duda con la grabación del día.

23.- La Entidad deberá establecer procedimientos para verificar en forma sistemática que durante la vigencia de las operaciones, éstas se encuentren debidamente amparadas por un contrato marco, registradas, contabilizadas, confirmadas e incluidas en todos los reportes.

III.4 Valuación.

24.- Los modelos de valuación y de medición de riesgos deberán ser validados por expertos que sean independientes de los que desarrollaron dichos modelos y del personal de operación, al menos una vez al año.

25.- El área de seguimiento de riesgos deberá recabar directamente información de fuentes externas confiables que le permitan valorar las operaciones del portafolio vigente.

III.5 Contabilidad.

26.- El personal de apoyo deberá verificar diariamente sus registros con los de los operadores y comparar ambas bases de datos con la contabilidad.

27.- Las operaciones deberán contabilizarse de acuerdo a las normas establecidas por las autoridades.

28.- Las liquidaciones deberán ser hechas por el personal de apoyo bajo instrucciones debidamente autorizadas, montos verificados y con la confirmación de las contrapartes.

29.- Los manuales de operación y control deberán contener procedimientos escritos para investigar las operaciones no cubiertas por parte de la Entidad y/o por la clientela, y reportar a la Dirección sus resultados para acciones correctivas manteniendo registros sobre su investigación de una manera sistemática.

III.6 Garantías.

30.- Los manuales de operación y control deberán mostrar procedimientos escritos que permitan definir, en su caso, las garantías a establecerse en este tipo de operaciones.

III.7 Jurídico

31.- La Entidad deberá contar con procedimientos para verificar los contratos marco, fichas y demás formatos que obliguen a la Entidad y a la contraparte al debido cumplimiento de sus obligaciones antes de que sean firmados.