

Apéndice

Apéndice	75
Introducción	76
A. Mercados financieros.....	77
A.1 Clasificación de los mercados financieros	77
A.2 Ejes básicos del sistema de garantías en un mercado organizado.....	79
B. Productos derivados.....	80
B.1 Los contratos forward	80
B.1.1 Ejemplo de uso de un contrato forward	81
B.1.2 El acuerdo de tipos de interés futuros (FRA).....	82
B.1.3 Determinación del precio forward (pricing).....	83
B.1.4 Payoff de un forward.....	83
B.2 Los Futuros financieros	84
B.2.1 Usos de los contratos de futuros.....	85
B.3 Las opciones financieras	85
B.3.1 Opción Call	85
B.3.2 Compra de una Opción Call.....	85
B.3.3 Opción Put.....	89
B.3.4 La prima de una opción.....	92
B.3.5 Tipos de opciones.....	93
B.3.6 Pricing de Opciones	94
B.3.7 Paridad Call-Put	97
B.4 Swap	98
B.4.1 Tipos de Swaps	99
B.4.2 Valor de un Swap.....	100



Introducción

En el apéndice se ha hecho una recopilación de las mejores explicaciones presentes en Internet sobre los conceptos básicos en finanzas de mercado, añadiendo explicaciones detalladas y ejemplos de mis experiencias. El objetivo de esta parte del trabajo es dar a los lectores poco familiarizados con los conceptos básicos del mundo financiero - y que son dados por conocidos en la memoria - la posibilidad de consultarlos de manera rápida.



A. Mercados financieros

Un mercado financiero es un mecanismo que permite a los agentes económicos el intercambio de activos financieros. Los mercados financieros están afectados por las fuerzas de oferta y demanda. A la economía que confía ante todo en la interacción entre compradores y vendedores para destinar los recursos se la llama economía de mercado, en contraste con la economía planificada.

Los mercados financieros proporcionan:

- El aumento del capital, en los mercados de capitales.
- La transferencia de riesgo, en los mercados de derivados.
- El comercio internacional, en los mercados de divisas.

Los mercados financieros se utilizan para unir aquellos que quieren capital con aquellos que tienen y quieren sacarle rendimiento. En matemáticas financieras el concepto de *mercado financiero* se suele entender en términos de un proceso estocástico continuo de movimiento Browniano. Según este modelo el precio de los activos varía de forma continua en el tiempo y sigue un movimiento Browniano (entendido como el movimiento aleatorio que se observa en algunas partículas microscópicas que se hallan en un medio fluido).

A.1 Clasificación de los mercados financieros

Los mercados financieros se pueden dividir según los siguientes criterios:

- **Por los activos transmitidos:**
 - **Mercado Monetario:** Se negocia con dinero o con activos financieros con vencimiento a corto plazo y con elevada liquidez, generalmente activos con plazo inferior a un año.
 - **Mercados de Capitales:** Se negocian activos financieros con vencimiento a medio y largo plazo, básicos para la realización de ciertos procesos de inversión.
 - **Mercados bursátiles o de acciones:** proveen financiamiento por medio de la emisión de acciones y permiten el subsiguiente intercambio de estas.



- **Mercados de bonos o crédito:** provee financiamiento por medio de la emisión de bonos y permiten el subsiguiente intercambio de estos.

- **En función de su estructura:**
 - **Mercados organizados,** se intercambian grandes cantidades de títulos mediante las herramientas creadas para ello por la cámara de compensación que debe proporcionar liquidez, establecer las reglas del intercambio de títulos, minimizar el riesgo de contrapartida...
 - **Mercados no-organizados,** conocidos como "Over The Counter" (OTC) consisten en el intercambio de títulos de manera directa entre dos partes. Muchas veces se llega a un acuerdo con validez legal oralmente, para evitar posibles conflictos se registran todas las conversaciones.

- **Según la fase de negociación de los activos financieros:**
 - **Mercados Primarios:** Se crean activos financieros, en este mercado los activos se transmiten directamente por su emisor.
 - **Mercado secundario:** Sólo se intercambian activos financieros ya existentes, que fueron emitidos en un momento anterior. Este mercado permite a los tenedores de activos financieros vender los instrumentos que ya fueron emitidos en el mercado primario (o bien que ya habían sido transmitidos en el mercado secundario) y que están en su poder, o bien comprar otros activos financieros.

- **Subyacente:**
 - **Mercados de commodities:** permiten el comercio de materias primas.
 - **Mercado de acciones:** el más conocido por el público en general, permite de manera sencilla transmitir la propiedad de parte del capital de una empresa.
 - **Mercados de derivados:** provee instrumentos para el manejo del riesgo financiero, así como de la especulación que permite conseguir un mercado eficiente en el que no haya desequilibrios ni oportunidades de arbitraje durante un largo periodo de tiempo.
 - **Mercados de seguros:** permite la redistribución de riesgos variados
 - **Mercado de divisas:** permite el intercambio de monedas extranjeras o divisas.



A.2 Ejes básicos del sistema de garantías en un mercado organizado

La Cámara de Compensación establece un sistema de garantías, cuyos ejes básicos son:

- Depósitos de garantía.
 - Liquidación diaria de las pérdidas y ganancias.
 - Otras medidas complementarias (límites de posiciones, comisión de supervisión y vigilancia, miembros reconocidos, sistema de negociación, liquidación y compensación en tiempo real, etc).
-
- La existencia de la Cámara permite que las partes negociadoras de un contrato no se obliguen entre sí, sino que lo hacen con respecto a la Cámara, lo que supone eliminar el riesgo de contrapartida y permitir el anonimato de las partes en el proceso de contratación.

 - Funciones:
 - Actúa como contrapartida de las partes contratantes, siendo comprador para la parte vendedora y vendedor para la parte compradora.
 - Determina diariamente los depósitos de garantía por posiciones abiertas.
 - Liquida diariamente las pérdidas y ganancias.
 - Liquida los contratos al vencimiento.

 - Control y supervisión de los sistemas de compensación y liquidación. Son funciones que ejerce la Cámara de Compensación, garantizando el buen fin de las operaciones a través de la subrogación en las mismas. Como la Cámara elimina el riesgo de contrapartida para quienes negocian en el mercado, debe establecer un mecanismo de garantías que le permita no incurrir en pérdidas ante una posible insolvencia de algún miembro del mercado. Para ello exige un depósito de garantía determinado en función del número y tipo de contratos comprados o vendidos. Para que dicha garantía permanezca inalterable, la Cámara de Compensación la ajusta diariamente por medio de la actualización de depósitos o liquidación de pérdidas y ganancias.



B. Productos derivados

Un derivado financiero o instrumento derivado es un producto financiero cuyo valor se basa en el precio de otro activo, de ahí su nombre. El activo del que depende toma el nombre de activo subyacente, por ejemplo el valor de un futuro sobre el oro se basa en el precio del oro. Los subyacentes utilizados pueden ser muy diferentes, acciones, índices bursátiles, valores de renta fija, tipos de interés o también materias primas.

Ya desde el siglo XIV, en los mercados holandeses, además de mercancías se podían comprar derechos de propiedad de mercancías no presentes. Esta práctica es el origen de los contratos a plazo. Los mercados de derivados han sido los que han tenido un mayor crecimiento en los últimos años, este crecimiento no sólo se ha producido en volumen de negociación sino también en sus aplicaciones y la investigación de los diferentes métodos para calcular sus precios. Esto es debido a la volatilidad que han soportado estos mercados, y la internacionalización de las operaciones que se realizan, favorecidas por el avance de las telecomunicaciones y la informática

Las características generales de los derivados financieros son las siguientes:

- Su valor cambia en respuesta a los cambios de precio del activo subyacente. Existen derivados sobre productos agrícolas y ganaderos, metales, productos energéticos, divisas, acciones, índices bursátiles, tipos de interés, etc.
- Requiere una inversión inicial neta muy pequeña o nula, respecto a otro tipo de contratos que tienen una respuesta similar ante cambios en las condiciones del mercado. Lo que permite mayores ganancias como también mayores pérdidas.
- Se liquidará en una fecha futura.
- Pueden cotizarse en mercados organizados o OTC.

B.1 Los contratos forward

Un contrato forward es un contrato o acuerdo que obliga a las partes contratantes a comprar o vender un número determinado de bienes o valores (activo subyacente) en una fecha futura y determinada y con un precio establecido de antemano.

Existen dos motivos por los cuales alguien puede estar interesado en contratar un forward:



- **Operaciones de cobertura:** La persona tiene o va a tener el bien subyacente en el futuro (petróleo, gas, naranjas, trigo, etc.) y lo venderá en un futuro. Con la operación quiere asegurar un precio fijo hoy para la operación de mañana.
- **Operaciones especulativas:** La persona que contrata el forward sólo busca especular con la evolución de su precio desde la fecha de la contratación hasta el vencimiento del mismo.

Los forwards se comercializan para distintos tipos de activos subyacentes. Estos subyacentes se suelen agrupar en cuatro grupos: commodities, divisas, tasa de interés y acciones. Los forwards más negociados son los de tasa de interés denominados forward rate agreements (FRAs), seguidos por los de divisas, commodities y acciones.

Cantidad subyacente derivados Over the Counter			
por categoría de riesgo e instrumento (en billones de US \$)			
Instrumento	Nocional subyacente		
	Jun-05	Jun-06	Jun-07
Total de contratos	\$ 281.493,00	\$ 369.507,00	\$ 516.407,00
Foreign Exchange contracts	\$ 31.081,00	\$ 38.091,00	\$ 48.620,00
Forward and forex swaps	\$ 15.801,00	\$ 19.395,00	\$ 24.526,00
Interest rate contracts	\$ 204.795,00	\$ 261.960,00	\$ 346.937,00
Forward rate agreements	\$ 13.973,00	\$ 18.117,00	\$ 22.809,00
Equity- linked contracts	\$ 4.551,00	\$ 6.782,00	\$ 9.202,00
Forward and swaps	\$ 1.086,00	\$ 1.430,00	\$ 2.599,00
Commodity contracts	\$ 2.940,00	\$ 6.394,00	\$ 7.567,00
forward and swaps	\$ 1.748,00	\$ 5.938,00	\$ 7.141,00
Otros	\$ 38.126,00	\$ 56.280,00	\$ 104.081,00

Fuente: Bank For International Settlement (BIS) www.bis.org

Tabla B.1. Volumen de subyacente de productos derivados OTC.

B.1.1 Ejemplo de uso de un contrato forward

Supongamos que es 15 de Setiembre del año 2010 y el tesorero de una empresa norteamericana se entera de que la empresa recibirá un millón de euros dentro de tres meses y medio (31 de diciembre) y quiere cubrir su riesgo contra los posibles movimientos de mercado dada la gran volatilidad de este en el momento que estamos. El tesorero podría contactar con un banco y descubrir que el tipo de cambio para un contrato forward euro-dólar a tres meses y medio es de



1,38 dólares por euro y acuerda vender un millón de euros para tal fecha. La empresa ha tomado una posición short (vendedora) en un contrato forward sobre el euro. Esta ha acordado que el 31 de diciembre venderá un millón de euros al banco a cambio de 1,38 millones de dólares. El banco posee una posición long (compradora) sobre el contrato forward y ha acordado comprar un millón de euros el 31 de diciembre a cambio de 1,38 millones de dólares. De esta manera el tesorero consigue suprimir el riesgo a posibles fluctuaciones del dólar en los próximos meses ya que ya sabe cuantos dólares le darán por ese millón de euros y lo podrá presentar en la cuenta de resultados de la empresa que al ser norteamericana es en dólares.

B.1.2 El acuerdo de tipos de interés futuros (FRA)

El contrato FRA (Forward Rate Agreement) es un compromiso entre dos partes que acuerdan el tipo de interés que se pagará por un cierto depósito con un vencimiento en una fecha futura. En este contrato intervienen dos tipos de interés: uno fijo y pactado y otro variable sobre el tipo interbancario. En la fecha de contrato se establece el fijo y la fecha en la que comenzará la cesión del depósito. Cuando llega la fecha de cesión del depósito teórico, se comprará el tipo de interés pactado y si el tipo de interés variable es superior, entonces el vendedor del FRA entrega la diferencia al comprador. El pago se realiza en la fecha de cesión. El vencimiento del contrato FRA se cita por [INxFN], donde IN es la fecha futura y FN es el vencimiento del depósito teórico. La diferencia entre FN e IN es la vida del depósito teórico del FRA. Por ejemplo un FRA 1x4 es un contrato sobre tipo de interés con vencimiento a tres meses (3=4-1) a contar dentro de un mes. El inversor puede adoptar la parte compradora o vendedora, la contrapartida es la entidad financiera que cotiza el FRA.

Veamos un ejemplo de como se calcularía el interés de liquidación:

Suponemos que un empresa A, toma una posición larga en un contrato FRA 1x4 con un precio 4,90 por un nominal de 10 millones de euros referenciado al Euribor. Si en la fecha de cesión el Euribor se situa en 5 %, la empresa A recibe:

$$I_L = \frac{10 \cdot 10^6 \cdot (0,05 - 0,049) \cdot \frac{3}{12}}{1 + 0,05 \cdot \frac{3}{12}} = 2469,14$$



B.1.3 Determinación del precio forward (pricing)

Si S_t es el precio spot de un activo en el momento t , r es tipo de interés continuo, entonces el precio forward en el momento T tiene que satisfacer la siguiente ecuación:

$$F_{t,T} = S_t \cdot e^{r(T-t)} .$$

B.1.4 Payoff de un forward

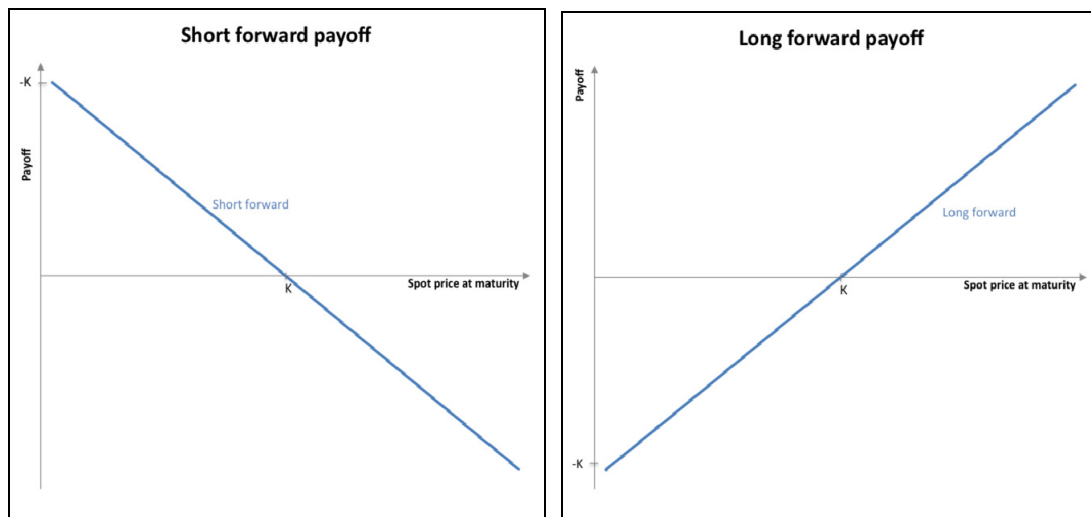


Figura B.1. Payoff de una posición corta y larga de un contrato forward

El gráfico del payoff de un producto derivado nos da el valor de liquidación del producto derivado en cuestión con relación al valor de su subyacente. Es fundamental el concepto de strike, que se refiere al precio al cual el activo subyacente al producto derivado se ejerce en el momento de su vencimiento.

El valor de un forward a vencimiento depende del strike (K) y del valor del subyacente en ese momento (S_T):

- Para una posición long (larga) el payoff es: $f_T = S_T - K$
- Para una posición short (corta) el payoff es: $f_T = K - S_T$



B.2 Los Futuros financieros

Un contrato a futuro no es más que una especie de contrato forward pero estandarizado y negociable en un mercado organizado (instrumentos intra bursátiles), es decir, un contrato a futuro es mucho más detallado que un forward, incluye detalles como cantidad, calidad, fecha de entrega, método de entrega, etc. Este tipo de contrato cuenta con márgenes y capital que respalda su integridad. Todas las posiciones que se manejan en los contratos futuros son entre un participante por un lado y la cámara de compensación por el otro.

Características principales de los futuros financieros:

- Normalización de los contratos negociados, son iguales para todos los participantes en el mercado:
 - el activo subyacente
 - el tamaño u objeto del contrato
 - la fecha de vencimiento
 - la forma de liquidar el contrato al vencimiento.
- Existencia de un sistema de garantías y liquidación diaria de posiciones en el que todos los contratantes deben depositar una garantía cuando toman una posición en el mercado. Además hay una liquidación diaria de las posiciones abiertas (contratos no cerrados) al precio de cierre de mercado. Es decir, las ganancias y pérdidas se recogen a medida que se va consumiendo la vida del contrato.
- Existencia de mecanismos en el mercado para hacer posible la liquidación diaria de todos los contratantes: el creador del mercado (*market maker*) debe ofrecer cotizaciones de forma continua.
- Eliminación del riesgo de contrapartida en las operaciones de futuros. El riesgo de contrapartida que existe en estas operaciones queda eliminado debido a que unido al mercado como centro de negociación, existe una Cámara de Compensación (*Clearing House*) vinculada en su operatividad a la sociedad rectora del mercado y encargada de organizar el mercado y de eliminar el riesgo de mercado asociado a las operaciones.



B.2.1 Usos de los contratos de futuros

Con independencia de que un contrato de futuros se puede comprar con la intención de mantener el compromiso hasta la fecha de su vencimiento, también puede ser utilizado como instrumento de cobertura en operaciones de tipo especulativo, ya que no es necesario mantener la posición abierta hasta la fecha de vencimiento; en cualquier momento se puede cerrar la posición con una operación de signo contrario a la inicialmente efectuada: cuando se tiene una posición compradora, puede cerrarse la misma sin esperar a la fecha de vencimiento simplemente vendiendo el número de contratos compradores que se posean; de forma inversa, alguien con una posición vendedora puede cerrarla anticipadamente acudiendo al mercado y comprando el número de contratos de futuros precisos para compensar su posición.

B.3 Las opciones financieras

Una opción es un título que brinda a su poseedor el derecho a comprar o vender un activo a un precio determinado durante un período o en una fecha prefijada. Hay dos tipos básicos de opciones: Call i Put. El activo sobre el que se instrumenta la opción se denomina el activo subyacente. El precio de compra o de venta garantizado en la opción es el precio de ejercicio (strike).

B.3.1 Opción Call

Una opción Call da a su comprador el derecho -pero no la obligación- a comprar un activo subyacente a un precio predeterminado en una fecha concreta. El vendedor de la opción Call tiene la *obligación* de vender el activo en el caso de que el comprador ejerza el derecho a comprar.

B.3.2 Compra de una Opción Call

La compra de una opción Call es interesante cuando se tienen expectativas alcistas sobre la evolución futura del mercado de valores.



Posibles situaciones favorables para la compra de opciones Call:

- Cuando se prevé que una acción va a tener una tendencia alcista, ya que es más barato que la compra de acciones.
- Cuando una acción ha tenido una tendencia alcista fuerte, el inversor no ha comprado y puede pensar que está cara, pero que puede seguir subiendo, la compra de una Call permite aprovechar las subidas si la acción sigue subiendo y limitar las pérdidas si la acción cae.
- Cuando se quiere comprar acciones en un futuro próximo porque se cree que van a subir pero hoy no se dispone de los fondos necesarios, la opción Call permite aprovechar las subidas sin tener que comprar las acciones.

La compra de una opción Call implica:

- Se puede comprar la acción a un precio fijo. Este precio (*precio de ejercicio*) lo fija el comprador.
- Todo lo que la acción suba en la Bolsa por encima de dicho precio de ejercicio menos el precio pagado por la prima son ganancias
- Si el precio de la acción cae por debajo del precio de ejercicio, las pérdidas son limitadas y conocidas: son exactamente igual al precio pagado por la opción, es decir, la *prima*.
- El coste de la opción es mucho menor que el de la compra de la acción.
- El apalancamiento (relación coste de la inversión/rendimiento) es muy alto. Con pequeñas inversiones pueden obtenerse altas rentabilidades.

S: precio del subyacente

K: strike

c: prima de la opción



Beneficio (B): si $S > K$ ejercerá su derecho a comprar la opción por la prima c pagada, ganará: $B = S - (K + c)$, situación In The Money (ITM).

Pérdida (P): si $S < K$ la opción no será ejercida, debido a que se podrá comprar las acciones directamente en el mercado a un precio inferior al de la opción. La pérdida será de cuantía inferior o igual a c , situación Out The Money (OTM).

Las ganancias pueden ser ilimitadas mientras que sus pérdidas vienen limitadas por la prima pagada c , como se puede ver en la Figura B.2. que muestra los beneficios y pérdidas (P&L, “profit and losses”) según el precio del subyacente.

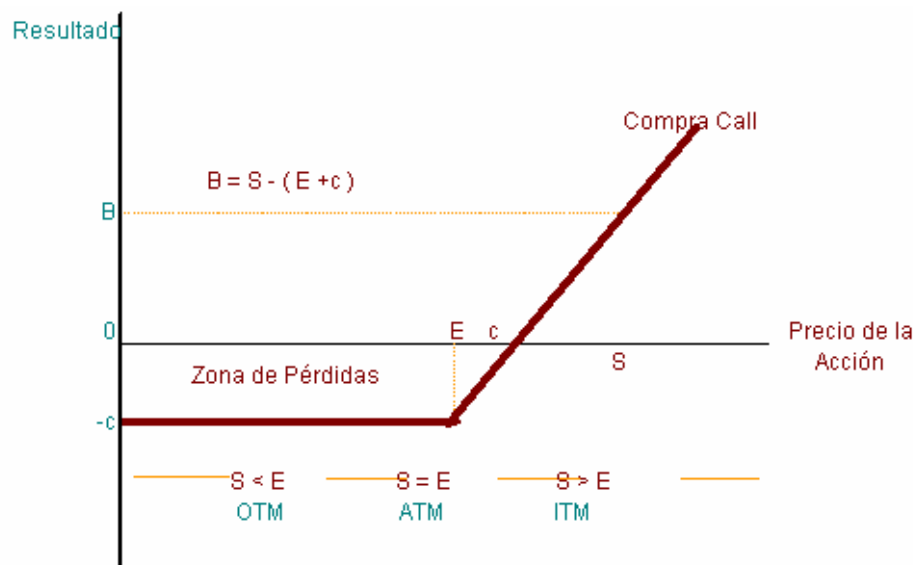


Figura B.2. P&L de la compra de un Call.

B.3.2.1 Venta de una Opción Call

En la venta de una opción Call, el vendedor recibe la prima (el precio de la opción). A cambio, tiene la obligación de vender la acción al precio fijado (precio de ejercicio), en el caso de que el comprador de la opción Call ejerza su opción de compra, teniendo una ganancia de la prima del comprador más la posible diferencia del precio actual y el strike.

Una opción Call puede venderse sin haberla comprado previamente. Posibles situaciones favorables para la venta de opciones Call:

- Para asegurar ingresos adicionales una vez que decidida la venta de las acciones.



- Es el caso de que no importe vender las acciones a un precio considerado suficientemente alto y recibir, además, un ingreso extra previo. Este es el caso en que se vende una Call fijando un precio de ejercicio en el nivel que se desee por encima del precio actual de la acción en Bolsa. Si la acción llega a alcanzar ese precio, habrá que vender la acción, pero a un precio alto y, además, se habrá ingresado el valor de la opción.

La venta de una opción Call supone:

- Un flujo monetario inmediato derivado del ingreso procedente de la venta de la opción (ingreso de la prima).
- El retraso del momento en que se entra en pérdidas por bajadas en el precio de la acción.
- Una atractiva rentabilidad si la acción se mantiene estable.

S: precio del subyacente

K: strike

c: prima de la opción

Beneficio (B): si $S < K$ se cumplen las expectativas y la ganancia será la prima c recibida, puesto que el comprador de la opción Call, no la ejercerá, la prima c será el ingreso que obtendrá por la venta de la opción Call.

Pérdida (P): si $S > K$ las expectativas han fallado y el comprador de la opción Call ejercerá su derecho. El vendedor de una opción Call, no puede determinar si la misma será ejercida o no, asume un papel pasivo a la espera de la decisión del comprador de la opción Call, para ello recibe una prima c que mejora su rendimiento.

Si las expectativas de que el subyacente bajara no se cumplen, se deberá adquirir la acción a un precio de mercado más elevado que el del strike. Es una posición arriesgada ya que las pérdidas son ilimitadas, dependen de cuanto suba el valor del subyacente (ver figura B.3.).



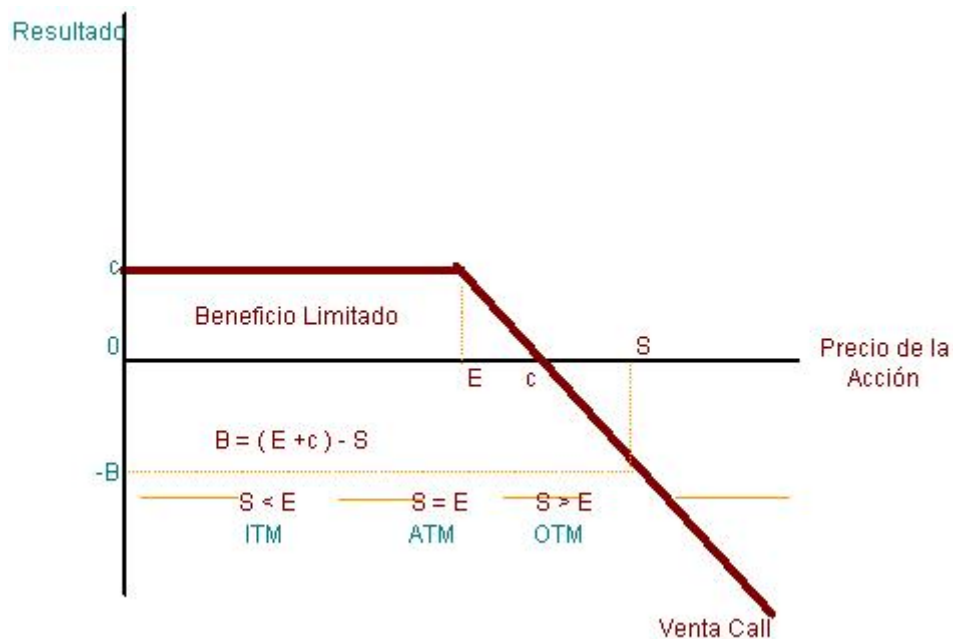


Figura B.3. P&L de la venta de un Call

B.3.3 Opción Put

Una opción Put da a su poseedor el derecho -pero no la obligación- a vender un activo a un precio predeterminado hasta una fecha concreta. El vendedor de la opción Put tiene la obligación de comprar el activo en el caso de que el poseedor de la opción decida ejercer el derecho a vender el activo.

B.3.3.1 Compra de una Opción Put

Una opción Put es un derecho a vender. La compra de una opción Put es la compra del derecho a vender. La compra de opciones Put se utiliza como cobertura, cuando se prevean caídas de precios en acciones que se poseen, ya que mediante la compra de Put se fija el precio a partir del cual se gana dinero. Si la acción cae por debajo de ese precio, el inversor gana dinero. Si cae el precio de la acción, las ganancias obtenidas con la opción Put compensan en todo o en parte la pérdida experimentada por dicha caída.

Las pérdidas quedan limitadas a la prima (precio pagado por la compra de la opción Put). Las ganancias aumentan a medida que el precio de la acción baja en el mercado (ver figura B.4).



Por tanto, es interesante comprar una opción Put:

- Cuando se tiene acciones y se cree que hay grandes probabilidades de que su precio caiga a corto plazo, pero se piensa el valor tiene una tendencia alcista a largo plazo, por lo que no se quiere vender dichas acciones. Con la opción Put se obtienen beneficios si caen los precios y no se tiene que vender las acciones. De este modo se aprovecharía la futura subida de los precios de la acción. Es una forma de proteger beneficios no realizados cuando se tienen acciones compradas. A esta operación se le conoce como "Put protectora", porque protege la inversión de caídas.
- Cuando se está convencido de que la acción va a caer y se quiere aprovechar esa caída para obtener beneficios. Si no se tienen acciones compradas previamente también interesa comprar una opción Put, pues con ello se obtienen beneficios con las caídas de la acción.

S: precio del subyacente

K: strike

p: prima de la opción Put

Beneficio (B): si $K > S$ ejercerá el derecho a vender la opción al precio K, ganará:

$$B = K - (S + p).$$

Pérdida (P): si $K < S$ nunca se ejercerá el derecho a vender las opciones al precio K. Por lo que se perderá el dinero de la compra de la opción Put; p será la máxima pérdida.

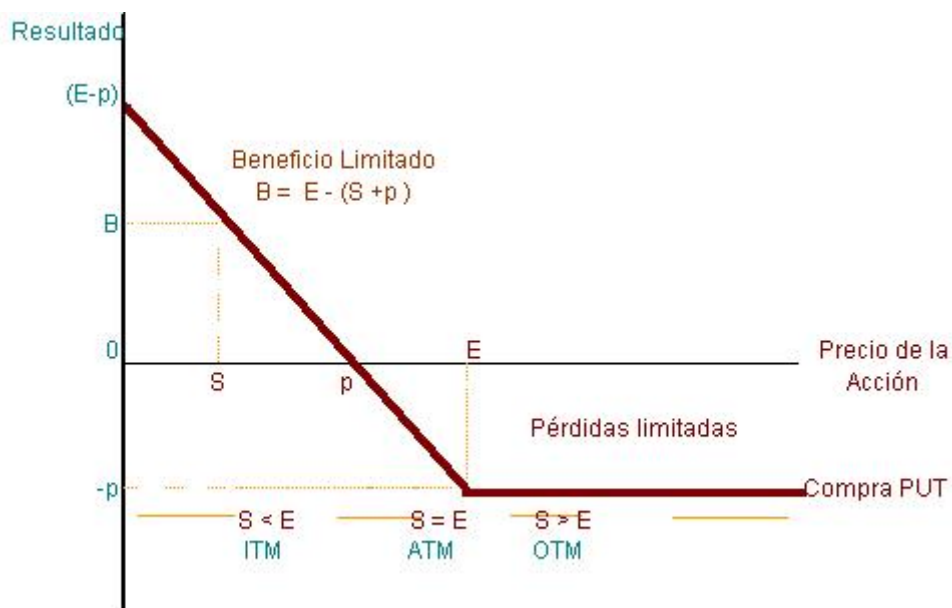


Figura B.4. P&L de la compra de un Put



B.3.3.2 Venta de una Opción Put

El vendedor de una opción Put está vendiendo un derecho por el que cobra la prima. Puesto que vende el derecho, contrae la obligación de comprar la acción en el caso de que el comprador de la Put ejerza su derecho a vender.

Posibles situaciones favorables para la venta de opciones Put:

- Para comprar acciones con descuento. Cuando interese comprar acciones a un precio fijo por debajo del nivel actual de precios y además con un descuento. El descuento es la prima ingresada por la venta de la opción.
- Cuando se piensa que el precio de la acción va a entrar en un período de estabilidad, se está convencido de que no va a caer y que es posible que tenga ligeras subidas. En esta situación se puede fijar un precio al cual las acciones parezcan, precio a partir del cual se está dispuesto a comprar; entretanto, se ingresa la prima. El precio límite de compra es el precio de ejercicio al que se venderá la opción Put.

S: precio del subyacente

K: strike

p: prima de la opción Put

Beneficio (B): si $K < S$ el comprador de la Put no ejercerá el derecho a vender la opción al precio K, por lo tanto el vendedor ganará la prima que cobró en el momento de la emisión.

Pérdida (P): si $K > S$ el comprador del Put ejercerá su derecho a vender el subyacente por un precio más alto que el del mercado.

La máxima ganancia está limitada y vendrá dada por el precio de la opción Put. Mientras que los resultados negativos dependerán de cuanto baje el precio del subyacente.



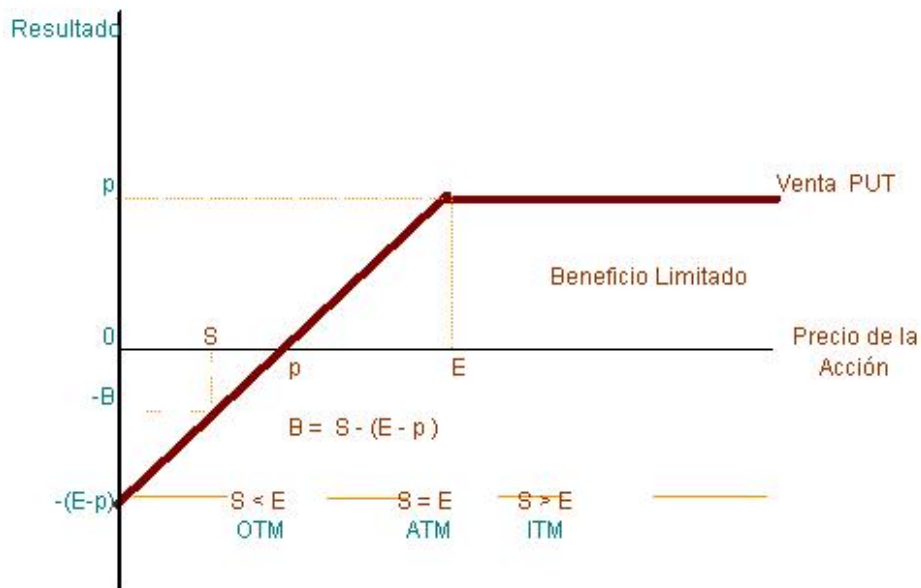


Figura B.5. P&L de la venta de un Put

B.3.4 La prima de una opción

Es el precio que el comprador de una opción (Put o Call) paga al vendedor, a cambio del derecho (a comprar o vender el subyacente en las condiciones preestablecidas respectivamente) derivado del contrato de opción. A cambio de la prima, el vendedor de una opción Put está obligado a comprar el activo al comprador si éste ejercita su opción. De forma simétrica, el comprador de una Put tendría derecho (en caso de ejercer la opción) a vender el subyacente en las condiciones estipuladas. En el caso de una Call, el comprador tiene derecho a comprar el subyacente a cambio del pago de una prima, contrariamente para el vendedor de Call. El vendedor de la opción siempre cobra la prima, con independencia de que se ejerza o no la opción.

La *prima de una opción* se negocia en función de la ley de oferta y demanda que establece el mercado. No obstante, existen modelos teóricos que tratan de determinar el precio de la opción en función de una serie de parámetros:

- Precio del activo subyacente.
- Precio de ejercicio.
- Tipo de interés
- Dividendos a pagar (sólo en opciones sobre acciones).
- Tiempo hasta vencimiento.
- Volatilidad



Influencia de los tipos de interés en los precios de las opciones:

- Una subida de los tipos de interés provoca una disminución del precio de una opción Put.
- Una subida de los tipos de interés provoca un aumento del precio de la opción Call.

En general, las variaciones de los tipos de interés no tienen gran influencia sobre el precio de las opciones, por lo que, en la práctica, no se toman en consideración.

Influencia de la subida de la volatilidad en el precio de las opciones:

- El incremento de la volatilidad provoca un aumento del precio de la opción, tanto opciones Call como Put.
- La disminución de la volatilidad provoca el efecto contrario, es decir, la disminución de su precio.

El modelo teórico más conocido para el “pricing” de opciones es el modelo de Black-Scholes, publicado el año 1973 por Robert C. Merton que se basaba en un modelo matemático desarrollado por Fisher Black y Myron Scholes. Actualmente existen modelos mucho más complejos, con muchos más parámetros y variables pero el modelo Black-Scholes sigue siendo la referencia en el pricing de opciones. Por ejemplo, cuando se da el precio de una opción se puede dar el valor de la prima o la volatilidad implícita mediante el modelo Black-Scholes.

B.3.5 Tipos de opciones

Las opciones más corrientes son europeas y americanas, las cuales se conocen como "plain vanilla". Otras opciones más complejas se denominan "exóticas", y dentro de estas podemos encontrar entre otras: bermuda, asiáticas, digitales, barrera, etc.

- **Opciones europeas:** sólo pueden ser ejercidas en el momento del vencimiento
- **Opciones americanas:** pueden ser ejercidas en cualquier momento entre el día de la compra y el día de vencimiento, ambos inclusive, y al margen del mercado en el que se negocien.



B.3.6 Pricing de Opciones

El pricing de opciones consiste en ser capaz de evaluar cuanto vale una opción. El pricing de opciones es uno de los temas más importantes en ingeniería financiera. Sobre el tema existen miles de artículos proponiendo nuevos y mejores métodos; algunos de ellos son implementados en los modelos usados en las salas de mercado de los bancos de inversión y los hedge funds.

Los modelos principales para el pricing de opciones son el modelo de árbol binomial, como modelo discreto, y el modelo del Black-Scholes como modelo continuo.

B.3.6.1 Modelo binomial para la valoración de opciones

El modelo binomial es uno de los modelos más sencillos para el pricing de opciones, muy popular por su fácil implementación numérica y fácil interpretación. Consiste en un diagrama que representa distintos caminos posibles que puede seguir el activo subyacente durante el transcurso de la opción. La hipótesis fundamental es que el activo subyacente sigue un camino aleatorio. En cada paso, hay una cierta probabilidad de que el precio del subyacente suba y una cierta probabilidad de que baje.

Para una mayor claridad, consideraremos el caso más simple donde el activo subyacente es una acción y el árbol binomial consta de un único paso. Consideramos una acción que su precio es S_0 y una opción sobre esta acción con precio actual igual a f . Suponemos que la opción tiene una duración de tiempo T y que durante la vida de la opción la acción subyacente solo puede variar su precio hacia arriba desde S_0 hacia $S_0 \cdot u$, donde $u > 1$, o hacia abajo desde S_0 hacia $S_0 \cdot d$, donde $d < 1$. Si el precio de la acción sube hacia $S_0 \cdot u$, entonces llamamos al payoff de la opción: f_u ; si por otro lado el precio de la acción baja entonces llamamos al payoff de la opción f_d , ver Figura B.6.

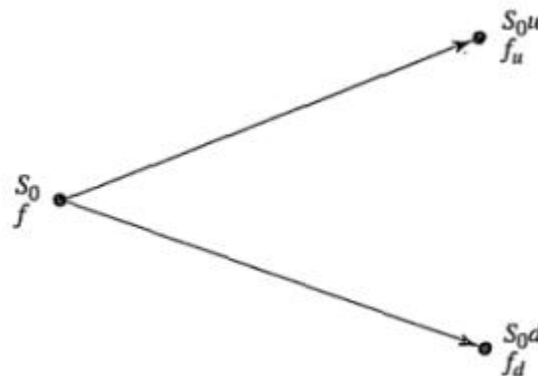


Figura B.6. Precio de la acción y la opción en un árbol binomial de un paso.



Consideramos un portafolio con una posición larga en Δ acciones i una posición corta en una opción. Calculamos entonces el valor de Δ tal que haga un portafolio sin riesgo. Si la acción sube, el valor del portafolio al vencimiento de la opción es:

$$S_0 \cdot u \cdot \Delta - f_u$$

Si la acción baja, el valor es:

$$S_0 \cdot d \cdot \Delta - f_d$$

Para ser un portafolio sin riesgo:

$$S_0 \cdot u \cdot \Delta - f_u = S_0 \cdot d \cdot \Delta - f_d$$

o equivalentemente:

$$\Delta = \frac{f_u - f_d}{S_0 \cdot u - S_0 \cdot d} \quad (\text{ec. 2.1.})$$

En este caso, el portafolio no tiene riesgo y debe por tanto tener una rentabilidad igual al tipo de interés sin riesgo. La ecuación 2.1 muestra que Δ es el ratio de cambio del precio de la opción con respecto al cambio de precio de la acción cuando nos movemos de un nodo al siguiente del árbol binomial. Por lo tanto, Δ es la sensibilidad del precio de la opción a cambios en el precio del subyacente.

Si denotamos el tipo de interés sin riesgo, como r , el valor actualizado del portafolio es:

$$(S_0 \cdot u \cdot \Delta - f_u) \cdot e^{-rT}$$

El coste de hacer el portafolio es:

$$S_0 \cdot \Delta - f$$

Por lo tanto:

$$S_0 \cdot \Delta - f = (S_0 \cdot u \cdot \Delta - f_u) \cdot e^{-rT}$$



Sustituyendo Δ de la ec. 2.1. y simplificando, obtenemos que:

$$f = e^{-r \cdot T} [p \cdot f_u + (1 - p) \cdot f_d] \quad (\text{ec. 2.2.})$$

donde

$$p = \frac{e^{r \cdot T} - d}{u - d} \quad (\text{ec.2.3.})$$

Las ecuaciones 2.2. y 2.3. permiten obtener el precio de una opción cuando los movimientos del precio de una acción se dan en un paso en un árbol binomial. Este proceso se puede generalizar para n pasos en un árbol binomial.

B.3.6.2 Modelo de Black-Scholes-Merton

En 1973, Robert C. Merton publicó "Theory of Rational Option Pricing", en él hacía referencia a un modelo matemático que Fisher Black y Myron Scholes habían desarrollado.

A este modelo lo denominó Black-Scholes y fue empleado para estimar el valor actual de una opción europea para la compra (Call), o venta (Put), de acciones en una fecha futura. Posteriormente el modelo se amplió para opciones sobre acciones que producen dividendos, y luego se adoptó para opciones europeas, americanas, y mercado monetario.

En 1997, Merton y Scholes recibieron el Premio Nobel en Economía por su trabajo; Black, el otro creador de la fórmula, falleció en 1995 con lo que no recibió el Premio Nobel.

Este modelo viene como extensión al límite del modelo del árbol binomial, y por lo tanto es un modelo continuo. Cuando los pasos del árbol binomial se van haciendo pequeños se tiende a la asunción de distribución normal en el precio de las acciones que caracteriza el modelo de Black-Scholes-Merton.

El modelo concluye que el precio de un Call y un Put, respectivamente, son:

$$c = S_0 \cdot N(d_1) - K \cdot e^{-r \cdot T} \cdot N(d_2)$$

$$p = K \cdot e^{-r \cdot T} \cdot N(-d_2) - S_0 \cdot N(-d_1)$$



Donde:

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/K) + (r - \sigma^2/2) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{T}}$$

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

Definiciones:

- C es el valor de una opción de compra, opción europea.
- P es el valor de una opción de venta, opción europea.
- S es el precio spot del subyacente.
- K es el strike.
- T es el tiempo expresado en años que aun faltan por transcurrir en la opción.
- r es el tipo de interés libre de riesgo.
- σ es la volatilidad del subyacente.
- N es la función de normal.
- N (di) y N (dz) son los valores de las probabilidades de los valores de di y dz tomadas de las tablas de la distribución normal.

B.3.7 Paridad Call-Put

La paridad Call-Put nos define el equilibrio que debe existir entre los precios de opciones de compra (Call) y de venta (Put). Formalmente tenemos:

$$p = c - S_0 + K \cdot e^{-r \cdot T} + D$$

Es decir en equilibrio la prima de una opción Put debe ser igual a la prima de una opción Call de características equivalentes (mismo strike y vencimiento sobre el mismo subyacente) menos el precio del activo subyacente más el strike actualizado más el valor actual de los dividendos que proporciona la acción hasta vencimiento de la opción.

De manera alternativa es equivalente comprar una opción Put a comprar un Call y a su vez vender la acción en el mercado.

Si reordenamos los términos podemos tener otra interesante equivalencia.

$$c = p + S_0 - K \cdot e^{-r \cdot T} - D$$



Esta igualdad nos dice que comprar un Call es equivalente a comprar una opción Put y comprar la acción en el mercado.

B.4 Swap

Un Swap es un contrato por el cual dos partes se comprometen a intercambiar una serie de cantidades de dinero en fechas futuras. Normalmente los intercambios de dinero futuros están referenciados a tipos de interés (ver Figura B.7), llamándose IRS (Interest Rate Swap) aunque de forma más genérica se puede considerar un Swap cualquier intercambio futuro de bienes o servicios (entre ellos el dinero) referenciado a cualquier variable observable.

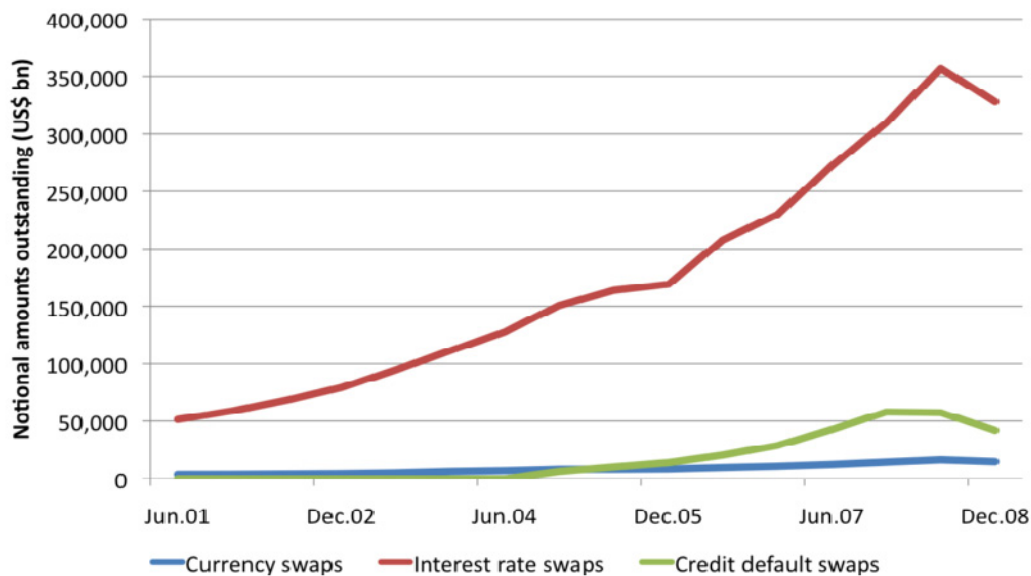


Figura B.7. Volumen, en dólares, de los tres Swaps principales.

Dado que es un contrato de intercambio de dinero en el futuro, un Swap tiene dos partes para cada uno de los contratantes: el compromiso de cobro de dinero en el futuro y el compromiso de pago de dinero en el futuro. Cada una de estas dos partes se les suele llamar "pata" proveniente del termino inglés "leg" (pata o pierna).

Básicamente podemos hablar de dos utilidades o motivos por los que existe un interés en contratar un Swap:

- **Cambiar nuestros bienes o recursos futuros:** Puede interesarnos para nuestro negocio intercambiar durante un tiempo bienes o recursos que generaremos por otros bienes o recursos necesarios para nuestra actividad o bienestar.



- **Especulación:** Al igual que la especulación en otros activos, entraremos en un swap si nuestra visión es que los bienes que recibiremos a futuro van a suponer para nosotros mayor valor que los bienes que entregaremos a futuro.

B.4.1 Tipos de Swaps

Existen cinco grande tipos de Swaps, en orden según el volumen contratado, son: IRS (interest rate Swap, Swap de tipo de interés), Swap de divisa (currency Swap), Swap de crédito (credit Swap), Swap de materias primas (commodity Swap) i Swap de acciones (equity Swap).

B.4.1.1 Swap de tipos de interés

Los Swaps de tipos de interés son con diferencia los más importantes en cuanto a volumen negociado; consisten en el intercambio entre dos partes de un tipo de interés fijo con un tipo de interés variable y viceversa. En la figura B.8 podemos ver las dos partes de un contrato Swap representados por las entidades A y B, donde B recibe un tipo de interés variable (el EURIBOR, floating rate) y paga a cambio un tipo de interés fijo. Contrariamente, la entidad A paga un tipo de interés variable y recibe un tipo de interés fijo.



Figura B.8. Swap de tipo de interés entre dos entidades

B.4.1.2 Otros tipos de Swaps

- **Swap de divisas (currency Swap):** consiste en el intercambio de nominal y el pago de tipo de interés en un préstamo en una divisa a cambio de nominal y el pago de tipo de interés en un préstamo igual pero en otra divisa.
- **Swap de materias primas (commodity Swap):** es el acuerdo entre dos partes en las que se intercambia una materia prima al precio de mercado a cambio de un precio fijo



en un periodo concreto. La gran mayoría de Swaps de materias primas tienen como subyacente el petróleo.

- **Swap de acciones (Equity Swap):** una de las patas está referenciada a tipo de interés fijo y la otra referenciada a renta variable. La referencia a la renta variable puede ser de muchos tipos (variación sobre un índice, sobre un portafolio de acciones, rentabilidad en un periodo, etc)
- **Credit Default Swap (CDS):** es un contrato entre dos entidades referenciado a una tercera en el que el comprador del CDS hace una serie de pagos periódicos al vendedor del CDS, a cambio recibe un seguro en caso de que la tercera entidad referenciada incumpla de alguna forma alguna de sus obligaciones de pago. Se está permutando el riesgo crediticio de una entidad a cambio de una cuota periódica. Dada la gran importancia de este tipo de Swaps en la Gran Recesión se explicarán con más detalle en el siguiente apartado.
- **Variance Swap:** es el acuerdo entre dos partes que se intercambian el cuadrado de una volatilidad acordada con el cuadrado de la volatilidad realizada, es decir, en el momento de pago al final del contrato una parte paga la varianza acordada al inicio del contrato (variance strike) y la otra parte paga la varianza histórica realizada durante el periodo del Swap.

B.4.2 Valor de un Swap

En este apartado se discute la manera de valorar un Swap de tipos de interés. Un Swap de tipo de interés vale cero, o casi cero, cuando se inicia ya que el valor actualizado de las dos patas del Swap tienen que ser iguales. Después de un tiempo de su existencia, su valor puede convertirse en positivo o negativo. Hay dos maneras de valorar un Swap, la que trataremos en este apartado valora el Swap como la diferencia entre dos bonos; de manera alternativa se puede interpretar como un portafolio de FRAs.

El pago de principal no se intercambia en un Swap de tipo de interés. De todas formas podemos asumir que los pagos de principal son recibidos y pagados a la vez al final del Swap sin que esto cambie su valor. Entonces vemos que desde el punto de vista de la parte que paga el tipo de



interés variable, un Swap puede verse como una posición larga en un bono de renta fija y una posición corta en un bono de tipo de interés variable, de forma que:

$$V_{Swap} = B_{fix} - B_{fl}$$

donde V_{Swap} es el valor del Swap, B_{fl} es el valor del bono de tipo de interés variable (floating-rate bond, que corresponde a los pagos efectuados), i B_{fix} es el valor del bono de renta fija (fixed-rate bond, que corresponde a los pagos recibidos). De forma análoga, podemos analizarlo desde el punto de vista de la parte que paga tipo de interés fijo; un Swap es una posición larga en un bono de tipo de interés variable i una posición corta en el bono de tipo de interés fijo, de tal forma que el valor del Swap es:

$$V_{Swap} = B_{fl} - B_{fix}$$

El valor del bono de tipo de interés fijo, B_{fix} , puede determinarse mediante las técnicas habituales de pricing de un bono. Para valorar el bono de tipo de interés variable, conviene destacar que el bono vale exactamente el nominal en el instante después de un pago del interés. Esto es debido a que entonces el bono es un “negocio justo” donde el prestatario paga el Euribor para cada uno de los siguientes periodos.

Suponiendo que el nominal es L , que el siguiente intercambio de pagos es en t^* , i el pago de tipo de interés variable que se hará en el momento t^* es k^* . Justo después del pago $B_{fl} = L$ como se ha explicado anteriormente. Justo antes del pago $B_{fl} = L + k^*$. El bono de tipo de interés variable puede entonces verse como un instrumento que da un único cash flow de $L + k^*$ en el momento t^* . Actualizando esto, obtenemos que el valor del bono de tipo de interés variable es:

$$B_{fl} = (L + k^*) \cdot e^{-r^* t^*}$$

donde r^* es el Euribor/Swap cupón cero para un vencimiento en t^* .

