Trabajo Final de Grado

GRADO DE MATEMÁTICAS

Facultad de Matemáticas
Universidad de Barcelona

EL MODELO DE BLACK I SHOLES DE VALORACIÓN DE OPCIONES FINANCIERAS

José Luís Benito Castillo

Director: Josep Vives
Realizado a: Departament de Probabilitat, Lògica i Estadística. UB

Barcelona, 15 de junio de 2012

ÍNDICE

1 ABSTRACT..4
2 INTRODUCCIÓN A LOS MERCADOS DE FUTUROS Y OPCIONES...5
2.1 Ejemplo Compra de Opciones..6
2.2 Mecánica de los mercados de futuro..7
2.3 Estrategias de cobertura con contratos de futuro...11
2.4 Tipos de Tasas...12
2.5 Precio de contratos a Plazo y futuros...13
2.7 Mecánica de los mercados de Opciones..15
2.8 Modelo de Black-Scholes. 20
2.9 Opciones sobre Futuros...24
2.10 Letras Griegas..25
2.11 Árboles binomiales en la práctica...26
2.12 Sonrisas de Volatilidad...27
2.13 Valor en riesgo...28
2.14 Opciones sobre Tasas de Interés...30
2.15 Opciones Exóticas..31
2.16 Derivados...32
3 INTRODUCCIÓN A LAS OPCIONES..34
3.1 Introducción..34
3.2 Fundamentos para valuar Opciones...35
3.3 Tipos de estrategias y utilidad de los contratos de Opciones..37
3.4 Posiciones sintéticas..45
3.5 Clasificación de estrategias..46
3.6 Limites para los precios de las Opciones..47
3.7 Ejercicio anticipado de Opciones..48
3.8 Put Call parity...49
4 DERIVADOS FINANCIEROS...51
4.1 Características de un derivado financiero...51
4.2 Tipos de derivados financieros..52
4.2.1 En función del tipo de contrato..52
4.2.2 En función de la complejidad del contrato...52
4.2.3 En función del lugar de negociación...52
4.2.4 En función del activo subyacente..53
4.3 Tipos de derivados financieros..54
5 LETRAS GRIEGAS..55
5.1 Delta...57
5.2 Theta..59
5.3 Gamma...60
6 EJEMPLO DE EJERCICIO CÁLCULO DE OPCIONES DE CALLS Y PUTS...............................62
7 CONCLUSIONES...66
8 BIBLIOGRAFÍA..67
9 AGRADECIMIENTOS...68

1 ABSTRACT

At a time when the economic crisis is leading most of the problems and tried to familiarize myself with the discussion in newspapers and television, I focus my final grade in the introduction to the world market, ie the world of contracts, financial derivatives and options of calls and puts.

To get familiar with the concepts and terms used in economics I had to consult several books on economics and business. I also had some conversations with bank employees (Caixa Penedes), that being in direct contact with the daily reality of the economy could kindly clarify some doubts.

Having taken the economic terminology and concepts clarified, I entered the financial world by reading the book "Introduction to futures and options market" by John C. Hull, a bedside book for those who want to work in the financial world.

Following the guidelines of the project tutor did a follow-up data published in the newspaper specializing in the art "Expansion" and the bag away from the newspaper "La Vanguardia".

The work consists of a brief summary of the book "Introduction to futures and options market" by John C. Hull, which describes the concepts of the financial world, delving into the Black-Scholes model, very important to develop the themes of Options Calls and Puts.

To help understand the concepts of options and financial derivatives is an introduction to these topics, determining their properties and graphs.

In the following section you can see a glossary of Greek letters and their meanings and how we can reach them by formulas Calls and Puts (Black-Scholes).

Finally, we find an example of exercise, in which we can see how to calculate a Call or a Put with the Black-Scholes formula. The data that we have worked are taken from a table of options Buy http://www.meff.es web page. Finally I made a brief conclusion where are my reflections on the current state of financial markets.

2 INTRODUCCIÓN A LOS MERCADOS DE FUTUROS Y OPCIONES

Comenzaré el análisis de este libro con unas cuantas definiciones básicas para el desarrollo de los mercados de futuros y opciones.

- **Contrato de futuros** = acuerdo para vender y comprar un activo en una fecha futura específica a un precio determinado.
- **Posición larga en un contrato de futuros** = acepta comprar.
- **Posición corta en un contrato de futuros** = acepta vender.
- **Precio de futuros** = precio al que se acuerda un contrato.
- **Precio spot** = dinero al contado que habría que pagar por un activo para una entrega casi inmediata o inmediata.
- **Mercado Over–the–counter (OTC)** = no esta inscrito en la bolsa de valores. Los agentes de dicho mercado no se reúnen físicamente, solo lo hacen por teléfono u ordenador. Los participantes pueden negociar sus propios contratos.
- **Contratos a plazo** = muy similares a las características de un contrato de futuros pero los contratos a plazo se negocian en los OTC.
- **Opciones de compra** = otorga al tenedor el derecho a comprar un activo en una fecha específica a un cierto precio.
- **Opciones de venta** = otorga a un tenedor el derecho a vender un activo en una fecha específica a un cierto precio.
- **Precio de ejercicio o precio strike** = precio establecido en el contrato.
- **Fecha de vencimiento** = fecha estipulada en el contrato.
- **Opción europea** = se ejerce solo en la fecha de vencimiento.
- **Opción americana** = se puede ejercer en cualquier momento de su vida.
- **Expedir la opción** = venta de una opción.

Nota: El tenedor de un contrato de futuros (o a plazo) tiene el compromiso por contrato de comprar un activo a un cierto precio en una fecha de futuro específica. En contraste, el tenedor de una opción de compra tiene la elección de comprar el activo a cierto precio en una fecha futura específica.

La bolsa más grande del mundo de opciones es la bolsa de Chicago, en España la más grande es la de Madrid.

2.1 Ejemplo Compra de Opciones.

Las opciones que se negocian en la **CBOE** (Bolsa de opciones de Chicago) son americanas. Hay 4 tipos de participantes en dicho mercado:

1. Compradores de opciones de compra. (Posición larga)
2. Vendedores de opciones de compra. (Posición corta)
3. Compradores de opciones de venta. (Posición larga)
4. Vendedores de opciones de venta. (Posición corta)

Veamos un ejemplo de compra de opciones, en él utilizaremos la moneda del dólar. En otros ejercicios posteriores de Calls y Puts (con datos del diario “Expansión”) utilizaremos la moneda europea (Euro).

Ejemplo: Un inversionista quiere comprar opciones de compra de acciones de Intel a 20 dolares la acción. El precio de una opción de compra es de 1,65 y las acciones a comprar en EUA con opciones son 100. Entonces, el inversionista paga 165$ por las opciones. Si suben las acciones, compra, y si no suben pierde los 165$ invertidos. Suponemos que las acciones suben a 25$ y ejerce la opción de compra y obtiene 500$ o 335$ si contamos el monto inicial.

Tipos de negociantes que existen en los mercados de futuros, a plazo y de opciones:

- **Coberturistas**: “Reducen sus riesgos con contratos a plazo y opciones”
- **Especuladores**: “Desean tomar una posición en el mercado apostando a que el precio del activo bajará o subirá”
- **Arbitrajistas**: “Aseguran una utilidad libre de riesgo, realizando simultáneamente transacciones en dos o más mercados”

2.2 Mecánica de los mercados de futuro.

La gran mayoría de los contratos de futuros que se inician no terminan en la entrega porque los inversionistas deciden cerrar sus posiciones antes del periodo de entrega especificado en el contrato. La posibilidad de la entrega final es la que relaciona el precio de futuros con el precio spot (al contado) y es lo que se le llama entrega casi inmediata.

Todos los contratos de futuros llevan especificado el activo y la cantidad de éste en cada contrato y dónde y cuándo se hará la entrega.

Un aviso de intención de entrega (ante la bolsa) es que la parte del contrato con posición corta emite dicho aviso cuando esta lista para hacer la entrega.

Un **commodity** es un activo que es un bien básico.

El tamaño del contrato especifica la cantidad de activo que se entregará en dicho contrato. Este tamaño no puede ser demasiado grande, porque sino la bolsa no contemplará a los inversionistas con posiciones relativamente pequeñas; pero si el tamaño es muy pequeño tampoco es interesante porque la transacción del activo es costosa, ya que existe un costo por la negociación del contrato que no lo haría nada rentable.

En el contrato uno de los acuerdos que se negocian con la parte de la posición corta, es el acuerdo de entrega, ya que es uno de los factores que influyen en el precio del contrato porque el precio tiende a ser mayor cuando los lugares de entrega están relativamente lejos de las fuentes principales del bien básico.

Otra particularidad de estos contratos de futuros es que vienen denominados con su mes de entrega, pero muchos de estos contratos no tienen un día fijado, es decir, todo el mes esta en el periodo de entrega. El mes de entrega varía de un contrato a otro y es determinado por la bolsa.

La bolsa especifica los límites de los movimientos diarios de precios.

Tenemos dos tipos de movimientos límite:

- **Límite inferior** = Un día el precio baja con relación al precio de cierre del día anterior en un monto igual al límite del precio diario.
- **Límite superior** = Si sube el precio un monto igual al límite del precio diario.

Normalmente, la negociación del día acaba una vez que el contrato está en su límite superior o inferior, pero en algunos casos la bolsa puede intervenir y cambiar los límites. Con los límites se pretende eliminar los grandes cambios de precios a causa de excesos especulativos.

Los **límites de posiciones** son el número máximo de contratos que un especulador puede mantener y así evitar la influencia indebida sobre el mercado.

Una peculiaridad que encontramos al comparar el precio de futuros con el precio *spot* de un activo es que podremos observar que a medida que se acerca el periodo de entrega, estos precios del activo convergen a un mismo valor. Esto se produce a causa de que el mismo mercado o los negociantes aprovechan las diferencias entre estos precios para obtener una utilidad, es decir, si el precio de futuros está por encima del precio spot se produce una clara oportunidad de un *arbitraje* que aprovecharán los negociantes hasta que los precios se igualen.

Uno de los roles de bolsa de valores es organizar las negociaciones de tal manera que se evite el incumplimiento de contratos. Aquí es donde entran los márgenes.

Los márgenes son las normas que la bolsa de valores obliga a aceptar a los dos inversionistas antes de firmar un contrato de futuros para evitar el incumplimiento de dicho contrato por alguna de las dos partes.

La cuenta de margen es el depósito que hace el inversionista en un contrato de futuros, la cual tiene un margen inicial, que es el monto que debe depositarse al firmar el contrato. El inversionista tiene derecho a retirar cualquier saldo de la cuenta de margen que exceda el margen inicial.

Ajuste de mercado es la acción que se realiza al final de la negociación diaria que refleja la ganancia o pérdida de cada cuenta de margen.

Por otro lado, tenemos el margen de mantenimiento que es el saldo de la cuenta de margen que garantiza que la cifra de dicha cuenta no sea negativa, este margen es un poco menor que el inicial. Si el saldo cae por debajo de este margen de mantenimiento el inversionista recibe una demanda de garantía adicional con el objetivo de que incremente el saldo de la cuenta de margen hasta el nivel del margen inicial al día siguiente.

Otro margen que tenemos, es el margen de variación que son los fondos adicionales que deposita el inversionista en la cuenta de margen cuando se ha sobrepasado el margen de mantenimiento. Si no se proporciona este margen de variación al día siguiente de caer por debajo del margen de mantenimiento, el intermediario esta obligado a cerrar la posición ese mismo día.

Nota: El margen de mantenimiento esta usualmente alrededor del 75% del margen inicial.

Una transacción en el mismo día quiere decir que la posición se cierra en ese mismo día mientras que en una transacción **spread** el negociante compra simultáneamente, un contrato sobre un activo para un mes de vencimiento, y vende el activo para otra fecha de vencimiento.

Otra parte de este tipo de bolsas de valores es la cámara de compensación, que adjunta a la bolsa, actúa de intermediario en las transacciones de futuros y garantiza el cumplimiento de ambas partes. Los miembros de dicha cámara deben supervisar todas las negociaciones hechas durante el día, con el objetivo de poder calcular al final del día la posición neta de cada uno de los negociantes. Entonces, igual que se le pide a un inversionista que ha de mantener una cuenta de margen con un intermediario, dicho intermediario ha de mantener una cuenta de margen con un miembro de la cámara de compensación, y a su vez este miembro ha de mantener una cuenta de margen con la cámara de compensación. Esta última cuenta se conoce como *margen de compensación*, y tiene un margen inicial, pero no hay un margen de mantenimiento.

Veamos un ejemplo que nos ayudara a entender mejor estas palabras:

Ejemplo: Un miembro de la cámara de compensación puede calcular el ajuste al mercado de los contratos que tiene con los intermediarios como una cifra bruta o neta. Supongamos que este miembro tiene dos clientes: uno con una posición larga en 20 contratos y el otro tiene una posición corta en 15 contratos. El cálculo del margen bruto se realiza con base en los 35 contratos (20 + 15) y el del margen neto se efectúa con base en 5 contratos (20 – 15).

<u>Nota:</u> Casi todas las bolsas usan actualmente el cálculo del margen neto.

La idea de los márgenes también ha llegado al mercado OTC y se conoce como *colaterización*. Un contrato bajo un acuerdo de colaterización obliga a las dos partes a valuar el contrato cada día y pagar o recibir una garantía igual al incremento.

Veamos unas definiciones que nos ayudaran a entender más adelante conceptos más generales.

1) **Precios de liquidación** = precio que se usa para calcular las ganancias y pérdidas diarias y ajustar los requisitos de margen al cierre de las negociaciones del día.
2) **Interés abierto** = es el total de contratos pendientes, es decir, el número de posiciones largas o el número de posiciones cortas.

<u>Nota:</u> Si el volumen de transacciones de un contrato en un día es mayor que el interés abierto al final del día, esto indica un gran número de transacciones en un mismo día.

3) **Mercado normal** = los precios de futuros tienen precios de liquidación que aumentan con el vencimiento del contrato.
4) **Mercado invertido** = el precio de futuros disminuye con relación al vencimiento del contrato.
5) **Primer día de aviso** = primer día en el que puede presentarse ante la bolsa un avisto de intención de entrega.
6) **Último día de aviso** = último día en que puede realizarse este mismo procedimiento.
7) **Último día de negociación** = ocurre algunos días antes del último día de aviso.

<u>Nota:</u> Para evitar el riesgo de tener que aceptar una entrega, un inversionista con una posición larga debe cerrar sus contratos antes del primer día de aviso.

8) **Corredores a comisión** = siguen las instrucciones de sus clientes y cobran una comisión por hacerlo.
9) **Corredores locales** = negocian por su propia cuenta.

Y ahora 3 tipos de corredores **especuladores**:

1) Especuladores para ganancias pequeñas son los que vigilan las tendencias a muy corto plazo y tratan de obtener utilidades de pequeños cambios en el precio del contrato. (mantienen posiciones sólo durante unos minutos)
2) Operadores del día son los que mantienen sus posiciones durante menos de un día de negociación. (no se arriesgan a correr el riesgo de acontecimientos negativos durante la noche)
3) Negociantes de posición son los que mantienen sus posiciones durante periodos mucho más largos y esperan obtener utilidades significativas de movimientos importantes en los mercados.

Vamos a ver los diferentes tipos de *órdenes* dentro de un mercado de valores:

1) **Orden de mercado** = es una solicitud de ejecutar inmediatamente una transición al mejor precio disponible en el mercado.

2) **Orden limitada** = orden que especifica un precio en particular, si no llega a este precio límite la orden no se ejecuta.

3) **Orden con precio tope (de pérdida limitada)** = el propósito de esta orden es cerrar una posición si ocurren movimientos de precios desfavorables, ya que limita la pérdida en que el inversionista puede incurrir.

4) **Orden limitada con precio tope** = esta orden se convierte en una orden limitada tan pronto como se realiza una demanda u oferta a un precio igual o menos favorable que el precio tope. Se dan dos precios, el tope y el límite.

5) **Orden de compra o venta (MIT, market–if-touched)** = se ejecuta al mejor precio disponible después de que se realiza una transacción a un precio especifico o a un precio más favorable que el precio especifico. (MIT=borrad order=orden de límite)

6) **Orden discrecional (orden market–not-held)** = se negocia como una orden de mercado pero se puede retrasar su ejecución para intentar obtener un mejor precio.

2.3 Estrategias de cobertura con contratos de futuro.

Ahora trataremos el tema sobre las estrategias de cobertura con contratos de futuro, es decir, analiza las diversas formas en las que una empresa puede tomar una posición en contratos de futuros para contrarrestar la exposición al precio de un activo. Es conveniente una cobertura corta cuando dicha exposición provoca que la empresa gane cuando el precio del activo sube y pierde cuando éste baja. Entonces, se usará una cobertura larga cuando ocurra lo contrario, es decir, cuando una empresa pierda cuando el precio del activo suba y gane cuando éste baje.

La **cobertura** es una forma de reducir el riesgo, pero realmente, hay muchas razones teóricas y prácticas por las que las empresas no cubren. A nivel teórico, se puede decir que los accionistas, al mantener carteras bien diversificadas, eliminan muchos de los riesgos a los que se enfrenta una empresa, y por tanto no les interesa cubrir dichos riesgos. A nivel práctico, una empresa puede descubrir que la cobertura aumenta el riesgo en vez de disminuirlo si ninguno de sus competidores la lleva a cabo. Además, un tesorero puede ser muy cuestionado por otros directivos si la empresa obtiene una ganancia de los movimientos de precios del activo subyacente, pero pierde una gran parte de estas ganancias con la cobertura.

Dentro de una cobertura hay que tener en cuenta el *riesgo base*. Lo que llamamos base es la diferencia entre el precio *spot* de un activo y su precio de futuros. El riesgo base tiene su origen en la incertidumbre de un coberturista en cuanto a cuál será la base al vencimiento de la cobertura.

La razón de cobertura es la relación entre el tamaño de la posición tomada en los contratos de futuros y el tamaño de la exposición. La razón de cobertura óptima es la pendiente de la línea de ajuste óptimo que se obtiene cuando los cambios del precio spot giran sobre los cambios del precio de futuros.

Los futuros sobre *índices bursátiles* se usan para cubrir el riesgo sistemático de una cartera de acciones. El número requerido de contratos de futuros es la *beta* de la cartera multiplicada por la relación entre el valor de la cartera y el valor de un contrato de futuros.

La **beta** es la pendiente de la línea de ajuste óptimo obtenida cuando el rendimiento sobre la cartera que excede a la tasa libre de riesgo se recupera sobre el rendimiento del mercado que excede a la tasa libre de riesgo.

Cuando $\boldsymbol{\beta} = 1.0$, el rendimiento sobre la cartera tiende a reflejar el rendimiento del mercado; cuando $\boldsymbol{\beta} = 2.0$, el rendimiento adicional sobre la cartera tiende a ser el doble del rendimiento adicional sobre el mercado (dos veces más sensible a los movimientos de mercado que cuando es 1.0); cuando $\boldsymbol{\beta} = 0.5$, tiende a ser la mitad (la mitad de sensible a los movimientos de mercado que cuando es 1.0), etcétera.

Los f*uturos sobre índices bursátiles* también se usan para modificar la *beta* de una cartera sin cambiar las acciones que la integran.

Cuando no hay un contrato de futuros líquido que venza después del vencimiento de la cobertura, es conveniente una estrategia conocida como *renovación continua* de la cobertura. Esto consiste en participar en una secuencia de contratos de futuros. Cuando el primer contrato de futuros se aproxima a su vencimiento, se cierra y el *coberturista* ingresa a un segundo contrato con un mes de entrega posterior y así sucesivamente. El resultado de todo esto es la creación de un contrato de futuros a largo plazo por medio de la negociación de una serie de contratos a corto plazo.

2.4 Tipos de Tasas.

Veamos primero una definición:

Una **tasa de interés** en una situación específica defina la cantidad de dinero que un *prestatario* promete pagar al *prestamista*. Cuanto mayor es el riesgo de crédito, más alta es la tasa de interés que promete el prestatario.

Tenemos dos **tasas** de interés importantes para los negociantes de derivados, y éstas son las **tasas del Tesoro** y las **tasas LIBOR**. Las **tasas del Tesoro** son las tasas que paga un gobierno sobre préstamos adquiridos en su propia moneda, mientras que las tasas **LIBOR (*London Interbank Offered Rate*)** son las tasas de préstamos a corto plazo que ofrecen los bancos en el mercado interbancario.

Si hablamos de tasas de interés debemos hacer un inciso para hablar de las *frecuencias de composición* que se usan para las tasas de interés. La **frecuencia de composición** que se usa para una tasa de interés define las unidades en las que ésta se mide.

La diferencia entre una tasa compuesta anualmente y una compuesta trimestralmente o con una compuesta mensualmente viene dada por la siguiente fórmula:

$$A\left(1+\frac{R}{m}\right)^{mn}$$

Donde ***A*** es el monto que se invierte durante **n** años a una tasa de interés de ***R***, y ***m*** es el número de veces que se compone la tasa a lo largo de un año.

Entonces, cuando el límite al que la frecuencia de composición, **m**, tiende al infinito se conoce como composición continua, y por lo tanto esta composición aumenta de la siguiente forma:

$$\lim_{m\to\infty} A\left(1+\frac{R}{m}\right)^{mn} = A\,\mathrm{e}^{Rn}$$

Se obtiene fácilmente de la propiedad de la función exponencial que define el número ***e*** como un límite. Con frecuencia, los negociantes usan una composición continua cuando analizan el valor de derivados.

Otra tasa que se analiza es la tasa cero a **n** años que es la tasa aplicable a una inversión que dura **n** años cuando todo el rendimiento se obtiene al final. El método que se usa con mayor frecuencia para calcular las tasas cero se conoce como método *boostrap* y consiste en comenzar con instrumentos a corto plazo y cambiar progresivamente a instrumentos de mayor plazo, asegurándose de que las tasas cero calculadas en cada etapa sean congruentes con los precios de los instrumentos.

Un acuerdo de interés futuro **(FRA)** es un acuerdo **OTC** que establece que se aplicará cierta tasa de interés al adquirir en préstamo un determinado principal a la tasa **LIBOR** durante un periodo futuro específico.

La *teoría de la preferencia por la liquidez* se usa para explicar las estructuras temporales de las tasas de interés que se observan en la práctica y argumenta que casi todos los individuos y las empresas prefieren adquirir préstamos a largo plazo y prestar a corto plazo.

2.5 Precio de contratos a Plazo y futuros.

Ahora hablaremos sobre la determinación de los precios de los contratos que hemos tratado hasta ahora, los contratos a plazo y los de futuros.

Para la mayoría de los fines, el precio de futuros de un contrato con determinada fecha de entrega puede considerarse igual al precio a plazo de un contrato con la misma fecha de entrega

Para entender los *precios de futuros* (o a *plazo*), es conveniente dividir los contratos de futuros en dos categorías: aquéllos en los que un número importante de inversionistas mantiene el activo subyacente con propósitos de inversión y aquéllos en los que el activo subyacente se mantiene principalmente con propósitos de consumo.

El costo de mantenimiento es el costo de almacenamiento del activo subyacente más su costo de financiamiento menos el ingreso obtenido sobre el activo.

En el caso de los **activos de inversión**, el precio de futuros es mayor que el precio *spot* en un monto que refleja el costo de mantenimiento.

En el caso de los a**ctivos de consumo**, el precio de futuros es mayor que el precio *spot* en un monto que refleja el costo de mantenimiento neto del rendimiento de conveniencia.

Por otra parte, podemos encontrar una relación con el precio de futuros y el precio *spot* futuro esperado a través del rendimiento del mercado accionario. Si el rendimiento es positivo da lugar a un precio de futuros menor que el precio *spot* futuro esperado, mientras que si es negativo el precio de futuros será mayor que el precio spot futuro esperado. Pero solo cuando la correlación es cero, el precio de futuros es igual al precio spot futuro esperado.

Dos contratos sobre tasas de interés muy populares son los contratos de futuros sobre bonos del **Tesoro** y sobre **eurodólares** que se negocian en EUA.

En los *contratos de futuros sobre bonos del tesoro*, la parte con la posición corta tiene varias opciones de entrega interesantes:

1. La entrega puede realizarse cualquier día durante el mes de entrega.
2. Hay varios bonos alternativos que pueden entregarse.
3. En cualquier día durante el mes de entrega, el aviso de intención de entrega al precio de liquidación de las 2:00 PM puede realizarse a cualquier hora hasta las 8:00 PM.

Estas opciones reducen el precio de futuros.

Los f*uturos sobre eurodólares* se usan frecuentemente para calcular las tasas a plazo **LIBOR** con el propósito de crear una curva cero **LIBOR**.

En la práctica, las tasas de interés a corto plazo son generalmente más volátiles que las tasas de interés a largo plazo y es probable que la cobertura tengo un desempeño pobre si la duración del bono subyacente al contrato de futuros difiere notablemente de la duración del activo que se cubre.

2.6 Swaps.

Un **swap** es un acuerdo entre dos empresas para intercambiar *flujos de efectivo* en el futuro. El acuerdo define las fechas de pago de los *flujos de efectivo* y cómo deben calcularse.

Por lo general, el cálculo de los f*lujos de efectivo* implica el valor futuro de una tasa de interés, un tipo de cambio u otra variable de mercado.

Los dos tipos más comunes de **swaps**: Son los **swaps de tasas de interés** y los **swaps de divisas**. En un *swap de tasas de interés*, una parte acuerda pagar a la otra parte intereses a una tasa fija sobre un **principal nocional** durante el mismo periodo.

Un **principal nociona**l es la cantidad de principal sobre la que se calcula el interés sobre un swap o instrumento conexo, incluyendo los FRA y las opciones sobre tipos de interés .

En el caso de los swaps de tipos de interés, los FRA y las opciones sobre tipos de interés, el principal es puramente *«nocional»* porque los intercambios de principal nunca tienen lugar.

En un *swap de divisas*, una parte acuerda pagar intereses sobre un monto de principal en una moneda. A cambio, recibe intereses sobre un monto de principal en otra moneda.

Un *swap de tasas de interés* se puede usar para transformar un préstamo de tasa variable en un préstamo de tasa fija o viceversa. Un *swap de divisas* se usa para transformar un préstamo en una moneda en un préstamo en otra moneda.

Hay dos formas de valuar estos *swaps*. Los *swaps de tasas de interés* se descomponen en una posición larga en un bono y una posición corta en otro bono mientras que los *swaps de divisas* se consideran como una cartera de contratos a plazo.

Una institución financiera se expone al riesgo de crédito cuando participa en un par de *swaps* de compensación con diferentes **contrapartes**. Si una de las *contrapartes* incumple sus pagos cuando la institución financiera tiene un valor positivo en su *swap* con esa *contraparte*, la institución financiera pierde dinero debido a que aún debe cumplir su acuerdo de *swap* con la otra *contraparte*.

2.7 Mecánica de los mercados de Opciones.

Hay dos tipos de **opciones**: las **opciones de compra** (*CALL*) y las **opciones de venta** (PUT).

Una **opción de compra** otorga al tenedor el derecho a comprar el activo subyacente a determinado precio en una fecha específica, mientras que una **opción de venta** otorga al tenedor el derecho a vender el activo subyacente a determinado precio en una fecha específica.

Para entender un poco mejor la mecánica de los mercados de opciones vamos a ver las *cuatro posiciones* que podemos tomar dentro de estos mercados:

1. Una **posición larga** en una **opción de compra**.
2. Una **posición larga** en una **opción de venta**.
3. Una **posición corta** en una **opción de compra**.
4. Una **posición corta** en una **opción de venta**.

Por otro lado, una **suscripción** es tomar una posición en una opción. En la actualidad, se negocian opciones sobre acciones, índices bursátiles, divisas, contratos de futuros y otros activos.

Una *bolsa* debe especificar los términos de los contratos de opciones que negocia, es decir, debe especificar el tamaño del contrato, la fecha exacta de vencimiento y el precio de ejercicio.

En Estados Unidos un tenedor de un contrato de opción sobre una acción puede comprar o vender 100 acciones. El vencimiento de un contrato de opción sobre una acción ocurre a las 10:59 PM (hora del centro) del sábado siguiente al tercer viernes del mes de vencimiento.

Las opciones con diferentes meses de vencimiento se negocian en cualquier momento. Los precios de ejercicio tienen intervalos de $2.5, $5 o $10, dependiendo de la acción.

Los términos de las opciones sobre acciones no se ajustan normalmente a los dividendos en efectivo. Sin embargo, se ajustan a los dividendos en acciones, los *splits* y las emisiones derechos. El objetivo del ajuste es mantener sin cambios las posiciones tanto del suscriptor como del comprador de un contrato.

La mayoría de las bolsas de opciones usa *creadores de mercado*. Dichos individuos son los que cotizan tanto un precio de demanda (al que están dispuestos a comprar) como un precio de oferta (al que están dispuestos a vender). Los *creadores de mercado* mejoran la liquidez del mercado y aseguran que nunca haya ningún retraso en la ejecución de las órdenes de mercado, a cambio ellos obtienen una utilidad de la diferencia entre los precios de demanda y oferta. La bolsa tiene reglas que especifican los límites superiores de dicha diferencial.

Los **suscriptores de opciones** tienen pasivos potenciales, por lo que deben mantener márgenes con sus intermediarios. Si el intermediario no es miembro de la *Corporación de Compensación de Opciones*, debe mantener una cuenta de margen con una empresa que lo sea. A su vez, esta empresa mantendrá una cuenta de margen con la Corporación de Compensación de Opciones.

En este tipo de contratos también encontramos un mercado **OTC**, una ventaja de dicho mercado es que una institución financiera puede adaptarlas para satisfacer las necesidades específicas de un tesorero corporativo o administrador de fondos.

Ahora, profundizaremos en las propiedades de las opciones sobre las acciones.

Hay 6 factores que influyen en el valor de una opción sobre acciones:

1) El precio actual de la acción.
2) El precio de ejercicio.
3) La fecha de vencimiento.
4) La volatilidad del precio de la acción.
5) La tasa de interés libre de riesgo.
6) Los dividendos esperados durante la vida de la opción.

Entonces, podemos generalizar que el valor de una opción de compra **incrementa** si aumentan los factores siguientes:

- *El precio actual de la acción.*
- *El tiempo de vencimiento.*
- *La volatilidad.*
- *La tasa de interés libro de riesgo.*

Por el contrario:

El valor de una opción de compra **disminuye** si aumentan los factores:

i. El precio de ejercicio.
ii. Los dividendos esperados.

Seguidamente, también podemos generalizar cuando *incrementa* o *disminuye* el valor de una opción de venta, entonces **incrementa** si aumentan los factores:

- El precio de ejercicio.
- Los dividendos esperados.

Y el valor **disminuye** cuando aumentan los factores:

- El precio actual de la acción.
- El tiempo de vencimiento.
- La volatilidad.
- La tasa de interés libro de riesgo.

El precio de una opción de compra sobre una acción siempre debe valer menos que el precio de la acción misma. Del mismo modo, el precio de una opción de venta sobre una acción siempre debe valer menos que el precio de ejercicio de la opción.

Más adelante, veremos fórmulas para calcular el valor de las opciones de compra/venta europeas y americanas sobre acciones usando el comportamiento probabilístico de los precios de las acciones.

Ahora veremos algunas estrategias comunes de negociación con opciones. Veamos algunas definiciones que nos ayudaran a entender los conceptos.

Los **Spreads** consisten en tomar una posición en dos o más opciones de compra o una posición en dos o más opciones de venta. Concretamente, tenemos diferentes tipos de *Spreads*, que son los siguientes :

- **Bull spread**: Se crea adquiriendo una opción de compra (o de venta) con un precio de ejercicio bajo y vendiendo una opción de compra (o de venta) con un precio de ejercicio alto.
- **Bear spread**: Se crea al comprar una opción de venta (o de compra) con un precio de ejercicio alto y vender una opción de venta (o de compra) con un precio de ejercicio bajo.
- **Butterfly sprea**d: Consiste en adquirir opciones de compra (o de venta) con un precio de ejercicio bajo y alto y vender dos opciones de compra (o de venta) con algún precio de ejercicio intermedio.
- **Calendar spread**: Consiste en vender una opción de compra (o de venta) con un tiempo corto a su vencimiento, y adquirir una opción de compra (o de venta) con un tiempo de vencimiento mayor.
- **Diagonal spread**: Consiste en una posición larga en una opción y una posición corta en otra opción, siendo diferentes tanto el precio de ejercicio como la fecha de vencimiento.

Por último, vamos a ver los diferentes tipos de combinaciones que consisten en tomar una posición en opciones tanto de compra como de venta sobre la misma acción:

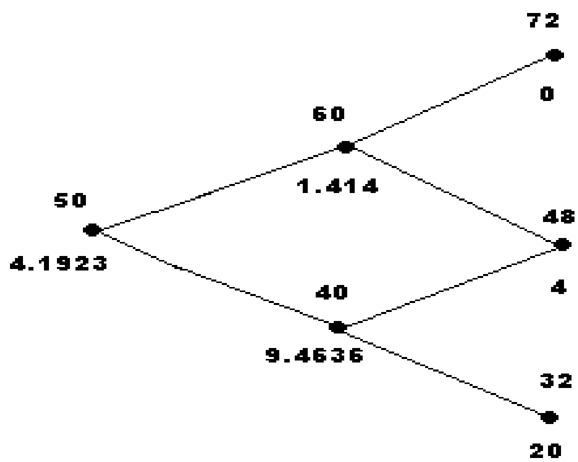
- **Straddle**: Consiste en tomar una posición larga en una opción de compra, y una posición larga en una opción de venta con el mismo precio de ejercicio y fecha de vencimiento.
- **Strip**: Consiste en una posición larga en una opción de compra y en dos opciones de venta con el mismo precio de ejercicio y fecha de vencimiento.
- **Strap**: Consiste en una posición larga en dos opciones de compra y en una opción de venta con el mismo precio de ejercicio y fecha de vencimiento.
- **Strangle**: Consiste en una posición larga en una opción de compra, y en una opción de venta con diferentes precios de ejercicio, pero la misma fecha de vencimiento.

Hay muchas otras formas de usar opciones para generar beneficios, por todas estas estrategias no es sorprendente que haya aumentado mucho el número de contratos de opciones que se firman diariamente, y que sea un mercado que atrae realmente a los inversionistas.

Un nuevo concepto que vamos a introducir son los árboles binomiales para valuar opciones.

Un **árbol binomial** consiste en un diagrama que representa las diversas trayectorias que podría seguir el precio de una acción durante la vida de la opción.

A continuación, tenemos un ejemplo de un árbol binomial de *dos pasos* para valuar una opción de venta europea:



En cada nodo podemos observar dos números, la cifra superior es el precio de la acción y la cifra inferior es el precio de la opción.

La situación más sencilla que podemos encontrar es un árbol binomial de *un solo paso* es posible establecer una cartera libre de riesgo integrada por una opción sobre una acción y la acción misma. En un mundo sin oportunidades de arbitraje, las carteras libres de riesgo deben ganar la tasa de interés libre de riesgo. Esto permite evaluar la opción sobre una acción en términos de la acción.

En el caso de un árbol binomial de *múltiples pasos* determina las variaciones en el precio de la acción, manejamos cada paso binomial en forma independiente y retrocedemos desde el final de la vida de la opción hasta su inicio para obtener el valor actual de la opción. Nuevamente, sólo se usan argumentos de no arbitraje.

Una estrategia equivalente para valuar acciones sobre acciones es la valoración neutral al riesgo. Este importante principio establece que es aceptable asumir que el mundo es neutral al riesgo al valuar una opción en términos de la acción subyacente.

Presentamos en este momento la *delta*, que es un parámetro importante en la valoración y cobertura de opciones.

La **delta** de una opción sobre una acción es la relación entre el cambio de precio de la opción sobre una acción y el cambio de precio de la acción subyacente. Representa el número de unidades de la acción que debemos mantener por cada opción vendida en corto para crear una cobertura libre de riesgo. Se llama **cobertura dinámica** a la creación de una cobertura *libre de riesgo*.

La delta de una opción de compra es positiva, mientras que la delta de una opción de venta es negativa.

Esta delta se calcula mediante los números que tenemos en el árbol binomial, en el ejemplo que hemos presentado antes tenemos que la delta al final del primer intervalo de tiempo es:

$$\Delta = \frac{1{,}414 - 9{,}4636}{60 - 40} = -0.4024$$

Y al final del segundo intervalo de tiempo es:

$$\Delta = \frac{0 - 4}{72 - 48} = -0.1667$$

Ó

$$\Delta = \frac{4 - 20}{48 - 32} = 1.0000$$

Entonces, para una posición libre de riesgo, un inversionista debe comprar acciones por cada opción vendida. Una revisión de un árbol binomial típico muestra que la delta cambia durante la vida de una opción. Esto significa que para cubrir una posición específica en una opción, debemos cambiar de manera periódica nuestra tenencia en la acción subyacente.

En la práctica cuando se usan árboles binomiales, por lo común la vida de la opción se divide en 30 o más intervalos. En cada uno de estos intervalos hay una variación binomial en el precio de la acción. Con 30 intervalos, hay 31 precios finales de la acción y 2^{30} , o cerca de 1,000 millones, de posibles trayectorias del precio de la acción que podrían considerarse.

2.8 Modelo de Black-Scholes.

Este modelo considera una acción que no paga dividendos y asume que el rendimiento sobre la acción en un periodo corto se distribuye normalmente. Entonces, el supuesto de este modelo implica que el precio de la acción en cualquier fecha futura tiene una distribución logarítmica normal.

El dibujo anterior nos muestra la gráfica de una distribución logarítmica normal.

Una propiedad de esta distribución es que su logaritmo natural se distribuye normalmente. Por lo tanto, el logaritmo neperiano del precio de las acciones $\ln S_T$ en un tiempo futuro T en el **modelo Black-Scholes** es normal.

Mostramos que la *media* de S_T es: $\ln S_0 + \left(u - \frac{\sigma^2}{2}\right) T$.

Su *desviación estándar* es: $\sigma \sqrt{T}$.

Por lo tanto, podemos observar que el *valor esperado* (o *media*) de S_T es:

$E(S_T) = S_0 \mathrm{e}^{uT}$ y la *varianza* es: $var\left(S_T\right) = S_0^2 e^{2\mathrm{uT}} \left(e^{\partial^2 T} - 1\right)$.

Donde *u* es el rendimiento esperado sobre la acción y σ es la volatilidad del precio de la acción.

Recapitulando, hemos visto que el **modelo Black-Scholes** usa el supuesto que el precio de una acción en alguna fecha futura, dado su precio el día de hoy, es logarítmicamente normal. A su vez, esto implica que el rendimiento continuamente compuesto de la acción en el periodo se distribuye normalmente. Nuestra incertidumbre sobre los precios de futuros de las acciones aumenta conforme miramos más lejos hacia el futuro.

El rendimiento esperado, *u*, será mayor cuanto mayor sea el riesgo de la acción. Este rendimiento trae algunas confusiones en la vida diaria que mucha gente no sabe apreciar, este error se haya en la confusión entre las ideas de media geométrica y media aritmética, éstas pueden no ser iguales, es decir, el promedio de los rendimientos anuales pueden ser mayores que el rendimiento promedio, el cual es realmente el rendimiento real de nuestra cartera.

La **volatilidad de una acción**, σ , es una medida de nuestra incertidumbre sobre los rendimientos que proporciona la acción. Por lo general, las acciones tienen volatilidades entre 15% y 50%. Para calcular empíricamente la volatilidad del precio de una acción necesitamos observar el precio de la acción a intervalos fijos (cada día, semana o mes). Para cada periodo, se calcula el logaritmo natural de la relación entre el precio de la acción al final del periodo y el precio de la acción al inicio del periodo.

La volatilidad se determina como la *desviación estánda*r de estas cifras, dividida entre la raíz cuadrada de la duración del periodo en años. Por lo general, se ignora el momento en que las bolsas permanecen cerradas cuando se mide el tiempo con el objetivo de calcular la volatilidad.

Los supuestos que hicieron **Black** y **Scholes** cuando dedujeron su fórmula para la valoración de opciones fueron los siguientes:

1. El comportamiento del precio de la acción corresponde al modelo logarítmico normal, con $u y \sigma$ constantes.
2. No hay costos de transición ni impuestos. Todos los títulos son perfectamente divisibles.
3. No hay dividendos sobre la acción durante la vida de la opción.
4. No hay oportunidades de arbitraje libres de riesgo.
5. La negociación de valores es continua.
6. Los inversionistas pueden adquirir u otorgar préstamos a la misma tasa de interés libre de riesgo.
7. La tasa de interés libre de riesgo a corto plazo, r, es constante.

El argumento de no arbitraje es clave, ya que al no haber oportunidades de arbitraje, el rendimiento de la cartera debe ser la tasa de interés libre de riesgo, *r*. Esto da como resultado una ecuación diferencial que la opción debe resolver.

Llegados a este punto, ya podemos presentar las **fórmulas de Black-Scholes** para calcular los precios de opciones de compra y de venta europeas sobre acciones que no pagan dividendos:

Valor actual de la opción= $PN(d_1) - E\,e^{-RfT} N(d_2)$

donde:

P = precio de la acción en el momento actual.

E = precio "de ejercicio" de la opción.

Rf = tipo de interés libre de riesgo.

T = tiempo que le resta de vida a la opción.

N(d) = función de distribución de la variable aleatoria normal con media nula y desviación típica unitaria (probabilidad de que dicha variable sea menor o igual que *d*).

ln = operador del logaritmo neperiano.

σ = varianza por período de la tasa o tipo de rendimiento de la opción.

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{P}{E}\right) + \left(Rf + (\sigma)\frac{^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{P}{E}\right) + \left(Rf - (\sigma)\frac{^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

La valoración de opciones sobre acciones implica establecer una posición libre de riesgo en la opción y la acción. Como el precio de la acción y el precio de la opción dependen de la misma fuente subyacente de incertidumbre, esta posición siempre se logra. La posición permanece libre de riesgo sólo durante un periodo muy corto.

La ecuación de **Black-Scholes** proporciona el valor de una opción de compra o de venta europea sobre una acción que no paga dividendos en términos de cinco variables:

1. El precio de la acción.
2. El precio de ejercicio.
3. La tasa de interés libre de riesgo.
4. La volatilidad.
5. El tiempo de vencimiento.

Sorprendentemente, el rendimiento esperado sobre la acción no se incluye en la ecuación de Black-Scholes. Hay un principio general conocido como *valoración neutral al riesgo*, el cual establece que cualquier título que depende de otros títulos negociados puede valorarse bajo el supuesto de que el mundo es neutral al riesgo. El resultado demuestra ser muy útil en la práctica. En un mundo neutral al riesgo, el rendimiento esperado de todos los títulos es la tasa de interés libre de riesgo, y la tasa de descuento correcta para los flujos de efectivo esperados también es la tasa de interés libre de riesgo.

Una **volatilidad implícita** es aquella que cuando se sustituye en la ecuación de Black-Scholes o en sus ampliaciones, proporciona el precio de mercado de la opción. Los negociantes *monitorean* las volatilidades implícitas y cotizan la volatilidad implícita de una opción más que su precio.

Han desarrollado procedimientos para usar las volatilidades adecuadas para otras opciones.

Los resultados del modelo Black-Scholes pueden aplicarse a opciones de compra y de venta europeas sobre acciones que pagan dividendos. Un procedimiento es usar la fórmula de Black-Scholes con el precio de la acción reducido en el valor presente de los dividendos anticipados durante la vida de la opción y la volatilidad igual a la volatilidad del precio de la acción neto del valor presente de estos dividendos.

Vamos a tratar, por último, las opciones sobre índices bursátiles y divisas.

La **fórmula de Black-Scholes** para valorar opciones europeas sobre una acción que no paga dividendos puede aplicarse a opciones europeas sobre una acción que paga un rendimiento de dividendos conocido. Definimos los siguientes resultados:

1. Un **índice bursátil** es semejante a una acción que paga un rendimiento de dividendos. Éste es el rendimiento de dividendos sobre las acciones que integran el índice.
2. Una **divisa** es similar a una acción que paga un rendimiento de dividendos. La tasa de interés libre de riesgo extranjera juega el rol del rendimiento de dividendos.

Por lo tanto, la ampliación del modelo Black-Scholes se puede utilizar para valuar opciones europeas sobre índices bursátiles y divisas.

Las opciones sobre índices que cotizan en bolsas se establecen en efectivo. Al ejercer una opción de compra sobre un índice, el tenedor recibe 100 veces el monto en que el índice excede al precio de ejercicio. Las opciones sobre índices pueden usarse como seguro de cartera. Si el valor de la cartera refleja el índice, es conveniente comprar un contrato de opción de venta por cada 100*S dólares en la cartera, donde *S* es el valor del índice. Si la cartera no refleja el índice, deben comprarse contratos de opción de venta β por cada 100*S dólares en la cartera, donde β es la beta de la cartera calculada usando el modelo de valoración de activos de capital. El precio de ejercicio de las opciones de venta compradas debe reflejar el nivel de seguro requerido.

Las opciones sobre divisas son muy usadas por los tesoreros corporativos para cubrir una exposición a un tipo de cambio, por esta razón casi todas las opciones sobre divisas se negocian en el mercado **over-the-counter**.

Un pequeño ejemplo clarificará esta idea.

Un tesorero corporativo estadounidense que sabe que la empresa recibirá libras esterlinas en cierta fecha futura puede cubrir esta cantidad mediante la compra de opciones de venta que venzan en esa misma fecha.

2.9 Opciones sobre Futuros.

Lo siguiente que trataremos serán las opciones sobre futuros, las cuales requieren la entrega del contrato de futuros subyacente al ejercicio de la opción.

Cuando se ejerce una opción de compra, el tenedor adquiere una posición larga en un contrato de futuros más un monto en efectivo igual al excedente del precio de futuros sobre el precio de ejercicio; cuando la opción que el tenedor ejerce es de venta, éste ha de adquirir una posición corta en un contrato de futuros más un monto en efectivo igual al excedente del precio de ejercicio sobre el precio de futuros.

Un pequeño apunte que destacaremos es que la opción vence un poco antes que el contrato de futuros. Esto implica que, si las fechas de vencimiento de los contratos de opción y de futuros son iguales, una opción europea sobre futuros vale exactamente lo mismo que la opción europea spot correspondiente. Esto no es verdadero para las opciones americanas.

Si el mercado de futuros es normal, una opción de compra americana sobre futuros vale más que la opción de compra americana *spot* correspondiente, igualmente una opción de venta americana sobre futuros vale menos que la opción de venta americana *spot* correspondiente.

Por otra parte, si el mercado de futuros está invertido, pasará justamente lo contrario.

2.10 Letras Griegas.

Ahora trataremos las **Letras Griegas** utilizadas en los mercados de futuros y opciones.

Las instituciones financieras ofrecen diversos productos de opciones a sus clientes, muchas de ellas en el mercado **OTC**. Esto implica que, como estas opciones no están negociadas en ninguna bolsa, las instituciones financieras tengan que enfrentarse al problema de cubrir su exposición, es decir, las posiciones descubiertas y cubiertas les someten a un nivel de riesgo inaceptable.

Una de las estrategias que usan en ocasiones es la estrategia **stop-loss**.

Esta estrategia consiste en un plan de cobertura que con un precio de ejercicio K hemos de comprar una unidad de la acción tan pronto como su precio aumente por arriba de K y venderla tan pronto como su precio disminuya por debajo de K, es decir, el objetivo es mantener una posición descubierta cuando la opción está *out of the money* y convertirla en una posición cubierta tan pronto como la opción esté *in the money*.

Aunque en un principio parece atractiva, esta estrategia no proporciona una buena cobertura, ya que el precio de la acción si sube o baja del precio de ejercicio puede no volver nunca a ser este precio de ejercicio K, y por lo tanto el plan de cobertura no cuesta nada; mientras que si el precio de la acción cruza muchas veces el precio de ejercicio, el plan de cobertura es muy costoso.

La **delta**, Δ, de una opción es la tasa de cambio de su precio con respecto al precio del activo subyacente, que va cambiando con el paso del tiempo. La cobertura delta consiste en crear una posición con una delta de cero. Como la delta del activo subyacente es de 1.0, una forma de cubrir es tomar una posición -Δ en el activo subyacente por cada opción larga que se cubre. Una vez que una posición en una opción tiene una delta de cero, el siguiente paso es ver su gamma.

La **gamma,** Γ,de una opción es la tasa de cambio de su delta con respecto al precio del activo subyacente. Es una medida de la curvatura de la relación entre el precio de la opción y el precio del activo. El impacto de esta curvatura en el desempeño de la cobertura delta se reduce al convertir la posición en una opción en gamma neutral ($\Gamma = 0$). Si Γ es la gamma de la posición que se cubre, por lo general esta reducción se logra tomando una posición en una opción negociada con una gamma de –Γ.

La **vega**,γ, de una opción o de una cartera de opciones mide la tasa de cambio de su valor con respecto a la volatilidad. Un negociante que desee cubrir una posición en una opción contra los cambios de volatilidad puede convertir la posición en vega neutral. Del mismo modo que con el procedimiento para crear una neutralidad gamma, la neutralidad vega consiste en tomar una posición de compensación en una opción negociada. Si el negociante desea lograr una neutralidad tanto gamma como vega, se suelen requerir dos opciones negociadas.

Otras dos medidas del riesgo de una posición en una opción son **theta** y **rho**.

Theta,θ, mide la tasa de cambio del valor de la posición con respecto al paso del tiempo, siempre que todo lo demás permanezca constante.

Rho,ρ, mide la tasa de cambio del valor de la posición con respecto a la tasa de interés, siempre que todo lo demás permanezca constante.

2.11 Árboles binomiales en la práctica.

En ocasiones, los administradores de cartera se interesan en la creación sintética de opciones de venta con el fin de asegurar una cartera de acciones. Esto lo pueden hacer negociando la cartera o negociando futuros sobre índices sobre la cartera. La negociación de la cartera consiste en dividirla entre acciones y valores libres de riesgo. A medida que el mercado cae, más se invierte en títulos libres de riesgo; a medida que el mercado repunta, más se invierte en acciones. La negociación de futuros sobre índices implica mantener la cartera de acciones intacta y vender futuros sobre índices. Conforme el mercado cae, se venden más futuros sobre índices; conforme repunta, se venden menos. Este tipo de seguro de cartera funciona bien en condiciones normales.

Volvemos a encontrarnos de nuevo con la valoración de opciones mediante árboles binomiales vistos anteriormente.
Este método consiste en dividir la vida de la opción en muchos pequeños intervalos con una determinada duración y asumir que el precio de un activo al inicio de un intervalo da lugar únicamente a uno de dos precios alternativos del activo al final del intervalo. Uno de estos precios alternativos del activo es un movimiento hacia arriba; el otro es un movimiento hacia abajo.

El tamaño de los movimientos hacia arriba y hacia abajo, así como sus probabilidades relacionadas, se eligen de tal manera que el cambio en el precio del activo tenga la media y la desviación estándar correctas para un mundo neutral al riesgo. Los precios de la opción se calculan comenzando al final del árbol y retrocediendo a lo largo de éste. Al final del árbol, el precio de una opción es su **valor intrínseco**. En nodos anteriores del árbol, el valor de una opción, si es americana, debe calcularse como el monto mayor entre estos dos valores:

- El valor que tiene si se ejerce inmediatamente.
- El valor que tiene si se mantiene durante un periodo adicional con una determinada duración.

Si se ejerce en un nodo, el valor de la opción es su **valor intrínseco**. Si se mantiene durante un periodo adicional con una determinada duración, el valor de la opción es su valor esperado al final del periodo, descontado a la tasa de interés libre de riesgo.

El método de árboles binomiales puede manejar opciones sobre acciones que pagan rendimientos de dividendos continuos. Cuando este método se usa para valuar opciones sobre una acción que paga un dividendo en dólares conocido, es conveniente utilizar el árbol para representar el precio de la acción, menos el valor presente de todos los dividendos futuros obtenidos durante la vida de la opción. Esto evita que el número de nodos del árbol se vuelva difícil de manejar y concuerda con la manera de valuar las opciones europeas sobre acciones que pagan dividendos.

Por último comentar, que la eficiencia de cálculo del modelo binomial puede mejorarse utilizando la técnica de la variable de control. Esta técnica consiste en valuar tanto la opción americana que nos interesa como la opción europea correspondiente usando el mismo árbol.
El error en el precio de la opción europea se usa como una estimación del error en el precio de la opción americana.

2.12 Sonrisas de Volatilidad.

Una **sonrisa de volatilidad** define la relación entre la volatilidad implícita de una opción y su precio de ejercicio. Los negociantes asumen que la distribución de probabilidades del precio de una acción tiene una cola izquierda más pesada y una cola derecha menos pesada en comparación con la distribución logarítmica normal que supone el modelo **Black-Scholes**. Además, suponemos que la distribución de probabilidades de un tipo de cambio tiene una cola derecha e izquierda más pesadas que la distribución logarítmica normal.

Los negociantes usan las sonrisas de volatilidad para dar ocasión a distribuciones que no sean logarítmicas normales. En el caso de las opciones sobre acciones, la sonrisa de volatilidad tiende a ser descendente. Esto significa que las opciones de venta ***out of the money*** y las opciones de compra ***in the money*** tienen volatilidades implícitas altas, en tanto que las opciones de compra ***out of the money*** y las opciones de venta ***in the money*** tienen volatilidades implícitas bajas.

En el caso de las opciones sobre divisas, la sonrisa de volatilidad tiene forma de **U**. Las opciones tanto ***out of the money*** como ***in the money*** tienen volatilidades implícitas más altas que las opciones ***at the money***.

Con frecuencia, los negociantes usan una estructura temporal de la volatilidad. En este caso, la volatilidad implícita de una opción depende de su vida. Cuando se combinan las sonrisas y las estructuras temporales de la volatilidad, producen una superficie de volatilidad. Ésta define la volatilidad implícita en función tanto del precio de ejercicio como del tiempo al vencimiento.

Si definimos **T** como el tiempo al vencimiento y F_0 como el precio a plazo del activo.

Algunos ingenieros de finanzas deciden definir la sonrisa de volatilidad como la relación entre la volatilidad implícita y

$$\frac{1}{\sqrt{T}} \ln\left(\frac{K}{F_0}\right)$$

más que como la relación entre la volatilidad implícita y **K**. En este caso, la sonrisa es usualmente mucho menos dependiente del tiempo al vencimiento.

2.13 Valor en riesgo.

Ahora nos encontramos con una amplia explicación de la medida **VaR** que se describe con los dos métodos principales para calcularla.

El **valor en riesgo** (*VaR,* **Value-at-Risk**) es un intento de proporcionar a los directores una sola cifra que resuma el riesgo total de una cartera de activos financieros. El cálculo del valor en riesgo tiene como objetivo hacer una declaración como ésta:

"estoy X por ciento seguro de que no habrá una pérdida mayor de V dólares en los próximos N días".

Donde la variable **V** es el VaR, **X** por ciento es el nivel de confianza, y **N** días es el horizonte temporal.

Los gobernadores de bancos les exigen que calcules el VaR para el riesgo de mercado, con N=10 y X=99.

Entonces, podemos definir el **VaR** como la pérdida correspondiente al (100-X)-ésimo percentil de la distribución del cambio en el valor de la cartera durante los próximos N días.

El **VaR** es una medida atractiva porque es fácil de entender, y resume en una sola cifra todas las letras griegas para todas las variables de mercados subyacentes a una cartera.

Una cosa que se debe tener en cuenta cuando calculamos el **VaR** es el déficit esperado, esto es la pérdida esperada durante un periodo de **N** días con la condición de que obtenga un resultado de (**100-X**) por ciento de la cola izquierda de la distribución.

Los analistas establecen casi siempre **N**=1 en primer lugar, ya que podemos usar la fórmula:

$$VaR\ a\ N\ días = VaR\ a\ 1\ día * \sqrt{N} \quad ,$$

que es cierta cuando los cambios en el valor de la cartera en días sucesivos tienen distribuciones normales idénticas independientes con una media de cero.

Vamos a ver dos métodos para calcular el **VaR**:

1. La simulación histórica, que consiste en crear una base de datos integrada por los cambios diarios en todas las variables de mercado durante cierto periodo. El primer ensayo de simulación asume que los cambios porcentuales en cada variable de mercado son iguales a los del primer día incluido en la base de datos. El segundo ensayo de simulación asume que los cambios porcentuales son iguales a los del segundo día, etc. El cambio **ΔP** en el valor de la cartera (en dólares) para cada ensayo de simulación y el **VaR** se calcula como el *percentil* adecuado de la distribución de probabilidades de **ΔP**.
2. Construcción de modelos, que es relativamente sencillo si se hacen dos supuestos:
    - El cambio en el valor de la cartera (**ΔP**) depende linealmente de los cambios porcentuales en las variables de mercado.
    - Los cambios porcentuales en las variables de mercado tienen una *distribución normal multivariada*.

Entonces, la distribución de probabilidades de ΔP es normal y hay fórmulas analíticas para relacionar la desviación estándar de ΔP con las volatilidades y correlaciones de las variables de mercado subyacentes. El VaR puede calcularse a partir de propiedades conocidas de la distribución normal.

Cuando se utiliza el método de construcción de modelos, por lo general las volatilidades y correlaciones se actualizan diariamente. Un método popular es el **modelo de media móvil ponderada exponencialmente**. En este modelo, los pesos dados a las observaciones disminuyen a medida que éstas aumentan en antigüedad. El valor dado a los datos de hace ***i*** días es **λ** veces el valor dado a los datos de hace ***i-1*** días para cierto parámetro **λ** entre cero y uno.

2.14 Opciones sobre Tasas de Interés.

De nuevo, volvemos a los mercados de opciones con un nuevo tipo que aún no hemos tratado. Las opciones sobre tasas de interés surgen en la práctica en formas muy diversas. Muchos bonos negociados incluyen cláusulas que son opciones. Los préstamos y los instrumentos de depósito que ofrecen las instituciones financieras contienen frecuentemente opciones intercaladas.

Tres instrumentos populares **over-the-counter** son las o*pciones sobre bonos*, los *caps* y *floors* de tasas de interés y las opciones sobre *swaps*.

- Una *opción sobre bono* es una opción para comprar o vender un bono específico.
- Un *cap* sobre tasa de interés (*floor*) proporciona un pago cuando una tasa de interés variable excede a (disminuye por debajo de) la tasa *strike*.
- Una *opción sobre swap* es una opción para participar en un *swap* en el que una tasa variable se intercambia por una tasa fija específica en determinada fecha futura.

Estos instrumentos se valúan con el modelo de **Black**, en el caso de las opciones sobre bonos, se asume que la distribución de probabilidades del bono subyacente es logarítmica normal, a la vez que en el caso de los *caps* y *floors* se asume que las tasas de interés subyacentes tienen una distribución logarítmica normal.

Por último, en el caso de las opciones sobre *swaps* se asume que la tasa swap subyacente tiene una distribución logarítmica normal.

2.15 Opciones Exóticas.

Las **opciones exóticas** son opciones con reglas que determinan los pagos, no tan sencillas como las reglas para las opciones estándar, proporcionan a los tesoreros corporativos y administradores de fondos una amplia gama de alternativas para lograr sus objetivos. Algunas opciones exóticas no son más que carteras de opciones de compra y de venta europeas y americanas regulares, pero hay de otras mucho más complejas.

Una característica del mercado estadounidense de derivados de tasas de interés es la negociación activa de títulos respaldados por hipotecas. Un título respaldado por hipotecas (**MBS**, por sus siglas en inglés) se crea cuando una institución financiera decide vender parte de su cartera de hipotecas residenciales a inversionistas.

Las hipotecas se colocan en un fondo y los inversionistas adquieren una participación en el fondo por medio de la compra de unidades. Las unidades se conocen como títulos respaldados por hipotecas.

Las hipotecas están garantizadas contra incumplimientos por una agencia gubernamental, aunque los inversionistas están sujetos a riesgo de prepago.

Los *swaps* han demostrado ser instrumentos financieros muy versátiles, por lo que actualmente existen muchas variantes del contrato *plain vanilla* (estos contratos son para intercambiar un interés a la tasa **LIBOR** por un interés a una tasa fija) fijo por variable.

Algunos *swaps* como los *swaps step-up*, amortizables, de composición, **LIBOR in arrears**, diferenciales y **CMS**, requieren cambios en la forma de calcular los pagos o las fechas de éstos. Otros, como los swaps acumulados y los swaps cancelables, tienen opciones intercaladas.

2.16 Derivados.

Los **derivados de crédito** permiten que los bancos y otras instituciones financieras administren activamente sus riesgos de crédito. Se usan para transferir el riesgo de crédito de una empresa a otra y diversificarlo al cambiar un tipo de exposición por otro.

El derivado de crédito más popular es el *swap* de incumplimiento de crédito (CDS, por sus siglas en inglés). Éste es un contrato en el que una empresa compra un seguro contra el incumplimiento de las obligaciones de otra empresa. Por lo general, el beneficio es la diferencia entre el valor nominal de un bono emitido por la segunda empresa y su valor inmediato después de un incumplimiento. Los *swaps* de incumplimiento de crédito se analizan calculando el valor presente de los pagos esperados y el valor presente del beneficio esperado.

A continuación, analizaremos otros derivados de crédito. Un *swap* de rendimiento total (*total return swap*) es un instrumento que intercambia el rendimiento total sobre una cartera de activos crediticios por la tasa **LIBOR** más un margen. Los *swaps* de rendimiento total se usan con frecuencia como instrumentos de financiación. Una empresa que desea comprar un activo financiero puede recurrir a una institución financiera para comprar el activo a su nombre. Entonces, la institución financiera participa junto con la empresa en un *swap* de rendimiento total en el que paga a la empresa el rendimiento sobre el activo y recibe la tasa **LIBOR** más un margen.

La ventaja de este tipo de acuerdo es que la institución financiera reduce su exposición a incumplimientos de parte de la empresa.

Un *swap* de incumplimiento de **crédito forward** es una obligación para participar en un swap de incumplimiento de crédito específico en la fecha de vencimiento. Una opción sobre un swap de incumplimiento de crédito es el derecho a participar en un swap de incumplimiento de crédito específico a su vencimiento. Ambos instrumentos dejan de existir si la entidad de referencia incumple antes de la fecha de vencimiento.

En las obligaciones de deuda garantizadas se crean diferentes títulos a partir de una cartera de bonos corporativos o préstamos comerciales. Hay reglas que determinan la forma de asignar las pérdidas de crédito a los títulos. El resultado de las reglas es que, a partir de la cartera se crean títulos con calificaciones de crédito tanto muy altas como muy bajas. Una obligación de deuda garantizada sintética crea una serie similar de títulos a partir de swaps de incumplimientos de crédito.

Continuamos con otros tipos de derivados y con los mercados que los negocian. Los mercados de derivados han sido muy innovadores al desarrollar productos para satisfacer las necesidades del mercado.

En el mercado de derivados del clima se han desarrollado dos medidas, **HDD** (grados al día de calentamiento) y **CDD** (grados al día de enfriamiento), para describir la temperatura durante un mes. Estas medidas se usan para definir los beneficios sobre derivados tanto cotizados en bolsa como **over the counter**.

Sin duda, a medida que se desarrolle el mercado de derivados del clima, veremos que los contratos sobre lluvia, nieve y variables similares se harán más comunes.

En los mercados de energía, los derivados de petróleo han sido importantes durante algún tiempo y juegan un rol clave ayudando a los productores y consumidores de petróleo a administrar su riesgo de precio. Los derivados de gas natural y electricidad son relativamente nuevos. Se volvieron importantes para la administración de riesgos con la desregulación de estos mercados y la eliminación de los monopolios gubernamentales.

En la actualidad, los derivados de seguros comienzan a ser una alternativa al reaseguro tradicional como una estrategia para que las empresas de seguros administren los riesgos de un acontecimiento catastrófico, como un huracán o terremoto. Probablemente veremos que otros tipos de seguros (por ejemplo, seguros de vida y seguros automotrices) se estabilizarán a medida que se desarrolle este mercado.

Para finalizar, hablaremos de los errores en el uso de derivados y lo que podemos aprender de dichos errores cometidos ya sea por simples usuarios o por grandes instituciones financieras o corporaciones no financieras.

Las enormes pérdidas experimentadas con el uso de derivados han vuelto muy cautelosos a muchos tesoreros. Desde la oleada de descalabros de 1994 y 1995, algunas corporaciones no financieras han anunciado planes para reducir, o incluso eliminar, su uso de derivados. Esto es desafortunado porque los derivados proporcionan a los tesoreros formas muy eficientes para administrar los riesgos.

Las historias detrás de las pérdidas destacan el punto, de que los derivados pueden utilizarse con fines de cobertura o especulación; es decir, se usan para reducir o asumir riesgos. Casi todas las pérdidas ocurrieron debido al uso inadecuado de derivados. Los empleados que tenían la orden implícita o explícita de cubrir los riesgos de su empresa, en vez de eso decidieron *especular*.

La lección clave que debemos aprender de las pérdidas es la importancia de los controles internos. La alta dirección de una empresa debe publicar una declaración de política clara e inequívoca sobre la manera de usar los derivados y la medida en que se permitirá a los empleados tomar posiciones con relación a los cambios en las variables de mercado. La gerencia debe establecer controles para garantizar que la política se lleva a cabo. Una receta para el desastre es dar autoridad a los individuos para que negocien derivados sin una vigilancia estrecha de los riesgos que se asumen.

3 INTRODUCCIÓN A LAS OPCIONES

3.1 Introducción.

Una opción Call es un contrato que da al tenedor el derecho pero no la obligación de comprar una cantidad determinada de activos financieros, a un precio preestablecido a ser ejercido en cualquier momento previo o hasta la expiración de ese contrato dependiendo de la modalidad del mismo.

El precio preestablecido se denomina precio de ejercicio o strike price (K), el costo de la opción de Call (C) se denomina prima.

Si el precio de mercado (S) es mayor que K se dice que el call está in the money, si $S< K$ se dice que el call está out of the money y, finalmente, si $S=K$ se dice que el call está at the money.

Una opción put es un contrato que da al comprador el derecho pero no la obligación de vender un número fijo de acciones a un precio preestablecido antes o hasta la expiración del contrato.

Existen entonces dos tipos de opciones: call y put, dentro de cada tipo se definen de la misma clase los que se relacionan con la mismo acción, a su vez dentro de la misma clase los que tienen la misma fecha de expiración se denominan de la misma serie.

De acuerdo con la modalidad en la que pueden ser ejercidas se clasifican en europeas o americanas. Las opciones europeas sólo pueden ejercerse en el momento de la expiración del contrato, si el comprador de un call quisiera salir antes de la expiración sólo puede hacerlo vendiendo esa opción. En el caso de las opciones americanas, las mismas pueden ser ejercidas en cualquier momento antes o hasta la expiración; independientemente, el tenedor de un call “americano” puede salir en cualquier momento vendiéndolo.

Si bien desde el punto de vista económico el vendedor de una opción opera como una compañía de seguros, ya que le asegura al tomador un precio si ciertos eventos económicos se producen, también puede interpretarse una posición en opciones como una operación de crédito con “palanca”. Este concepto ganará claridad con los siguientes ejemplos.

Call comprado como una operación de crédito: esta operación puede asimilarse a un préstamo donde el tomador entrega como garantía la especie subyacente y realiza un pago suma fija que se identifica con la prima pagada del call. Si a la expiración del contrato el valor de la garantía no fuera mayor o igual al monto de la exigible el deudor preferirá que se ejecute la garantía antes de saldar su deuda. Así, la compra de un call equivale a un préstamo “con palanca” donde el nivel de la misma puede aproximarse como el cociente entre el valor de mercado de la especie subyacente y la prima pagada.

Entonces, el pago de la prima de un call lleva implícito el pago de una tasa de interés. Esta conclusión será de utilidad cuando se trate la equivalencia entre calls europeos y americanos.

Put comprado como cobertura de una opción de préstamo como garantía: como contrapartida de un préstamo con garantía la parte que presta el dinero puede cubrirse contra una perdida patrimonial a la expiración del mismo comprando un put sobre la especie subyacente entregada como garantía. De este modo, el retorno neto del préstamo será equivalente a la tasa de interés menor la diferencia entre el call vendido y el put comprado.

3.2 Fundamentos para valuar Opciones.

En esta sección se listarán las variables claves para aproximar los límites para la valoración de acciones.

En términos generales la prima de una opción refleja dos componentes: el valor intrínseco (VI) y el valor del tiempo (VT).

(1) C=VI+VT

El primer termino se define como la diferencia positiva entre el precio de mercado (S) y el strike correspondiente (K), equivalente a su valor in the money y su cota mínima es nula.

El valor del tiempo refleja la probabilidad de que el mercado cambie su tendencia hasta el momento en que expira el contrato. El valor máximo de este componente se da cuando la opción está at the money.

Este componente refleja también el "valor palanca" de una opción. Así, cuando una opción esta deeply in the money el efecto leverage de comprarla es relativamente pequeño de donde puede ser preferible comprar directamente el activo sujeto de la opción.

Por otro lado, cuando una opción está muy out of the money, la probabilidad de que la opción se transforme en in the money se convierte en remota, por lo tanto el VT de ese premio tiende a 0.

Una interpretación adicional puede hacerse a partir de la concepción de un call como una operación de préstamo. En ese caso el valor del call mínimo es igual a la diferencia entre el precio de mercado (S) y el strike (K) más el valor del riesgo de que el precio de la especie subyacente caiga por debajo del strike a la fecha de expiración.

Cuando se trata de un call europeo el valor intrínseco se calcula como: $S – K^* e^{-r(T-t)}$

donde K se descuenta por la tasa libre de riesgo por el tiempo hasta el momento de expiración del contrato.

En el caso de una opción americana el valor intrínseco es directamente S-K ya que la misma puede ser ejercida en cualquier momento del tiempo.

Teniendo en cuanta esta interpretación el valor de un call europeo puede explicitarse como sigue:

(2) $C=S – K^* e^{-r(T-t)} + I$

donde I representa la prima de riesgo que debe pagar quien otorga el préstamo con garantía de la especie subyacente. Abusando de la generalidad puede establecerse que a priori $I=\Delta T$.

Completando el conjunto de factores fundamentales para la valoración de opciones cabe mencionar los siguientes: el periodo hasta la expiración (T-t), la volatilidad del instrumento (v) o activo sujeto de la opción, la tasa de interés libre de riesgo de corto plazo de r y los dividendos en efectivo de (d).

Debe destacarse que las conclusiones que siguen se realizan en un contexto de equilibrio parcial; vale decir que ocurre con la prima si sólo la variable bajo consideración cambia y el resto de ella no se modifica.

1. Precio de mercado del activo (S): está en relación directa con el precio de un call y en relación inversa con el valor de un put.

2. Strike price (K): cuanto mayor es K menor es el valor de un call pero mayor es el valor de un put.

3. Periodo hasta la expiración (T-t): dado que una opción puede interpretarse como un seguro sobre el movimiento adverso en el precio de un activo, cuanto más largo sea el periodo del contrato mayor será el costo. Adicionalmente, cuanto mayor es el periodo hasta la expiración, mayor es de la probabilidad que la opción se mueva into the money, por lo tanto cualquier especulador pagaría más por la opción en la medida que se expandiera el horizonte.

4. Volatilidad (v): si bien es difícil predecir en que sentido puede moverse el mercado, siempre es posible medir la volatilidad esperada de un movimiento en los precios ya que este caso lo que importa es la magnitud del momento y no la dirección; por lo tanto, pueden utilizarse los datos de una serie histórica. En este sentido, la desviación estándar es empleada para medir la volatilidad en el precio de un activo financiero. Si se supone que la distribución de la variación de los precios es normal, pude afirmase que el 68% de la distribución se encontrara entre un +/- 1 desvío estándar. Es decir, que si la volatilidad es 19% puede afirmarse con una probabilidad del 68% que el precio del activo sujeto variará en +/- 19% dentro del periodo de 1 año.

Como regla puede establecerse que cuanto mayor es la volatilidad mayor será el valor de la prima.

5. Tasa de interés de corto plazo (r): el pago de una prima cuando se compra una opción implica sacrificar el rendimiento de los fondos aplicados. De acuerdo con este principio, el nivel de la prima debe incluir el factor de descuento correspondiente.

Cuando se compra un call un incremento en la tasa de interés determina un aumento en el valor de la prima pagada habida cuanta de la apreciación en el nivel del valor intrínseco de (2).

En el caso de un put el aumento en la tasa de interés determina una caida en el valor presente del strike, llevando a una depreciación del valor intrínseco de la prima.

6. Dividendos en efectivo (d): usualmente las opciones están protegidas contra el pago de dividendos, ya que este desembolso hace caer el precio de mercado en la misma magnitud y el tenedor de un call sólo se beneficia por cambio de precios y no por el pago de dividendos; por lo tanto si existiera pago de dividendos en efectivo no protegido por el contrato, el valor de un call disminuye y el de un put aumenta.

Además de los factores mencionados, cabe destacar otros determinantes indirectos que afectan la formación del precio de una opción:

7. Tasa de crecimiento esperada del precio del activo.

8. Propiedades adicionales sobre el movimiento del precio del activo.

9. Actitud del inversor hacia el riesgo.

10. Características de los activos sustitutos.

11. Sistema impositivo.

12. Margenes.

13. Costos de transacción.

14. Estructura del mercado.

3.3 Tipos de estrategias y utilidad de los contratos de Opciones.

A continuación se verá la utilidad de las opciones analizando gráficamente su gravitación sobre la rentabilidad de ciertas operaciones financieras. Se define como C el valor corriente del call asociado a la misma y como P el valor corriente del put asociado.

Es importante señalas que los diagramas de retorno que se presentarán son validos si todo los componentes de cada estrategia son mantenidos hasta la expiración y si no existen pagos de dividendos durante el periodo.

Si se considera el caso donde existen sólo tres instrumentos financieros: un bono, call y put asociados a ese bono, puede distinguirse cuatro posiciones a ser tomadas por el inversor:

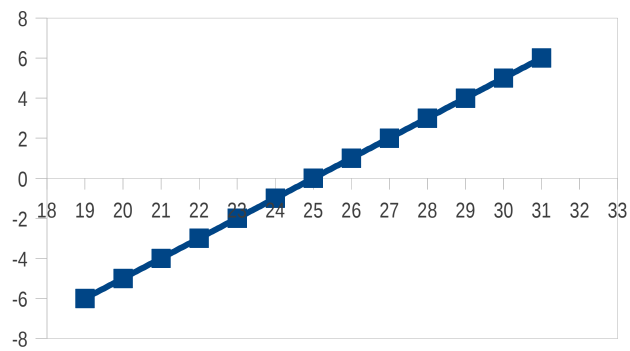
- descalzadas
- cubiertas
- spreads
- combinaciones

en lo que respecta a las posiciones descalzas o descubiertas pueden mencionarse seis posiciones posibles: la compra y venta de la acción, la compra y venta de un call y la compra y venta de un put.

Posiciones descalzas

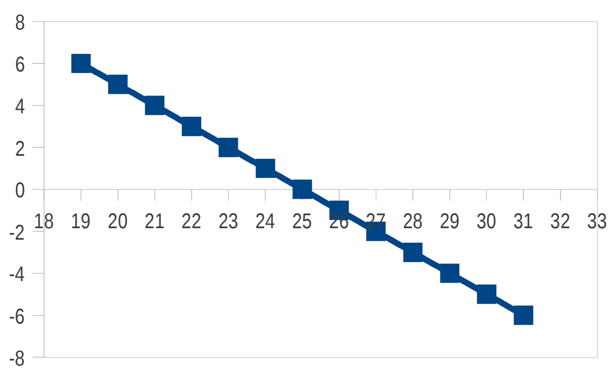
El gráfico uno muestra el retorno esperado de la primera estrategia que se propone: la compra de una acción de Tear a un precio de 25$. El break even point es el precio de compra y la posición está abierta en el sentido de que la ganancia pueda ser infinita si el papel sube mientras que la perdida máxima si el precio del activo se hace nulo.

Gráfico 1- Compra de un futuro.



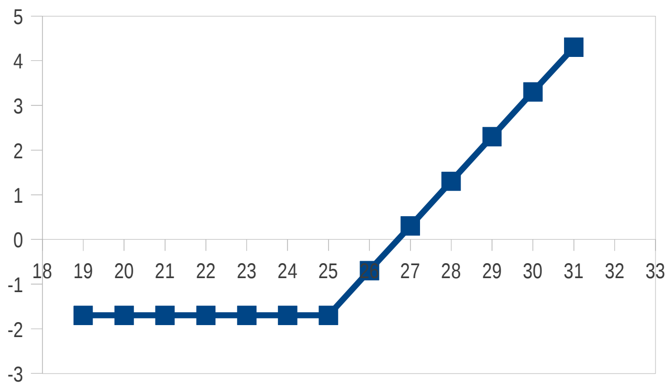
A continuación se muestra el gráfico espejo de una posición vendida en el mismo activo y al mismo precio.

Gráfico 2- Venta de un futuro.



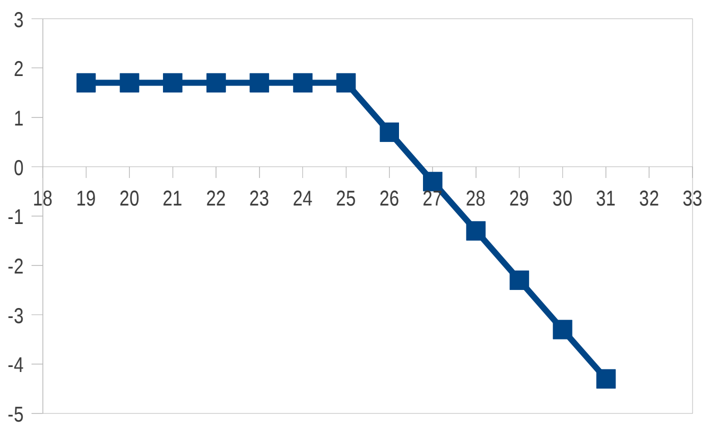
Como puede observarse ambas estrategias tienen algo en común: absorben totalmente el riesgo de la variación en el precio del activo correspondiente, es decir no tienen acotada la fluctuación patrimonial ni a la alza ni a la baja.
Por otro lado, la compra de un call acota la perdida de capital de una posición comprada en futuro si el mercado no se revelará como alcista, como se observa en el gráfico que sigue.

Gráfico 3- Compra de un call.



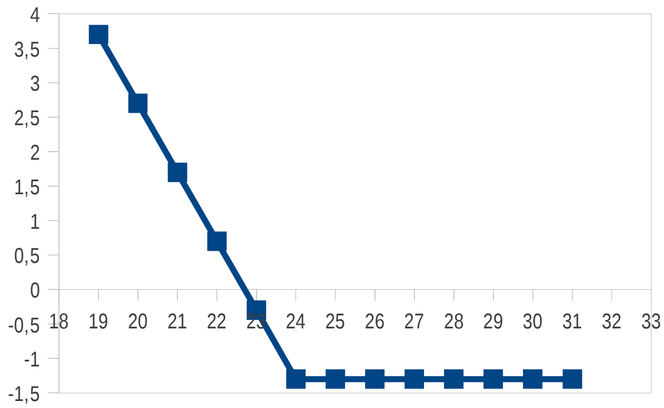
Así, el compra un call se protege contra la baja del papel en relación a estar comprado en el mismo, mientras que el que vende un call estaría dándole cobertura al que compra y la matriz de resultados es un espejo de la situación anterior como puede observarse en el gráfico que sigue.

Gráfico 4- Venta de un call.



Del mismo modo, el que compra un put se protege contra el alza del mercado ante una posición vendida.

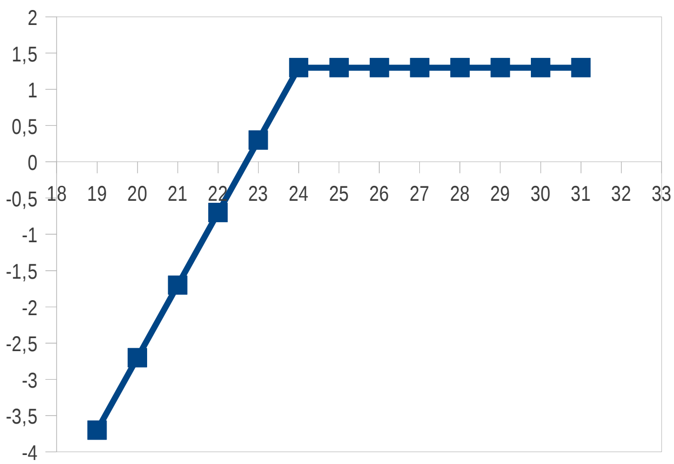
Gráfico 5- Compra de un put.



Ya que la venta de un put muestra la venta el diagrama espejo de la situación anterior.

Esa operación puede asemejarse a un préstamo a una empresa que toma como garantía las acciones de la misma.

Gráfico 6- Venta de un put.



Posiciones cubiertas

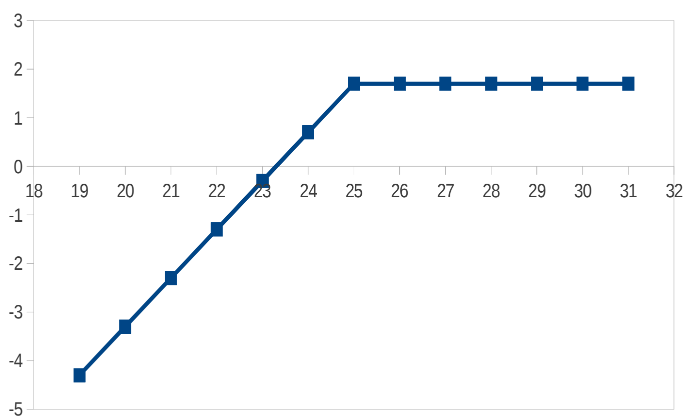
Una posición cubierta- hedge- combina una acción con su opción asociada de modo tal que la acción en cartera protege el resultado de la acción o viceversa. En otras palabras, una posición hedge combina una posición comprada con una posición vendida en call o una posición comprada en put. Un reverse hedge combina una posición vendida en acciones con una posición comprada en calls o vendida en puts.

La posición hedge más popular es vender un call contra una posición comprada en acciones. Como puede observarse en el gráfico 7, esta estrategia limita la ganancia al alza y pretende simular una operación a tasa de interés si sólo si la opción vendida es ejercida. El break even point a la baja está dado por el precio de ejercicio menos la prima si la opción lanzada está at the money.

Como puede observarse en el cuadro que sigue el breakeven de la posición es el strike más la prima cobrada, mientras que la ganancia máxima se da cuando el precio de mercado iguala el strike y el lanzador gana plenamente la prima cobrada. Como se aprecia en el gráfico 7, la matriz de resultados de "covered call" asemeja la de un put vendido. La única diferencia radica que usualmente es más fácil cubrir un call vendido en un mercado en baja que cerrar un put vendido.

7 Tear – Acción comprada con call vendido ATM			
Expiración		90 días	
Strike		25 días	
Prima		1,7 días	
Precio a la expiración	Resultado opción	Resultado posición	Resultado neto
19	1,7	-6	-4,3
20	1,7	-5	-3,3
21	1,7	-4	-2,3
22	1,7	-3	-1,3
23	1,7	-2	-0,3
24	1,7	-1	0,7
25	1,7	0	1,7
26	0,7	1	1,7
27	-0,3	2	1,7
28	-1,3	3	1,7
29	-2,3	4	1,7
30	-3,3	5	1,7
31	-4,3	6	1,7

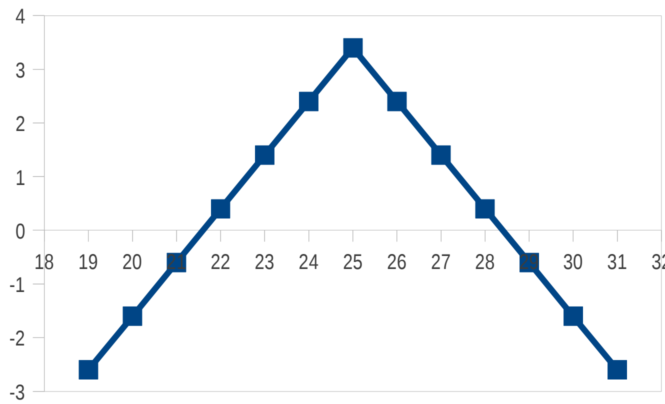
Gráfico 7- Covered call.



Una variación a partir del hedge 1 a 1 entre acciones y opciones produce cambios concptuales a ser tenidos en cuenta. El gráfico 8 muestra la situación donde se vende dos calls contra una posición comprada. En este caso se crea un triangulo de ganancia siempre y cuando el precio de mercado no difiera significativamente con respecto al strike price K.

8 Tear – Acción comprada con dos calls vendidos ATM			
Expiración	90 días		
Strike	25 días		
Prima	1,7 días		
Precio a la expiración	Resultado opción	Resultado posición	Resultado neto
19	3,4	-6	-2,6
20	3,4	-5	-1,6
21	3,4	-4	-0,6
22	3,4	-3	0,4
23	3,4	-2	1,4
24	3,4	-1	2,4
25	3,4	0	3,4
26	1,4	1	2,4
27	-0,6	2	1,4
28	-2,6	3	0,4
29	-4,6	4	-0,6
30	-6,6	5	-1,6
31	-8,6	6	-2,6

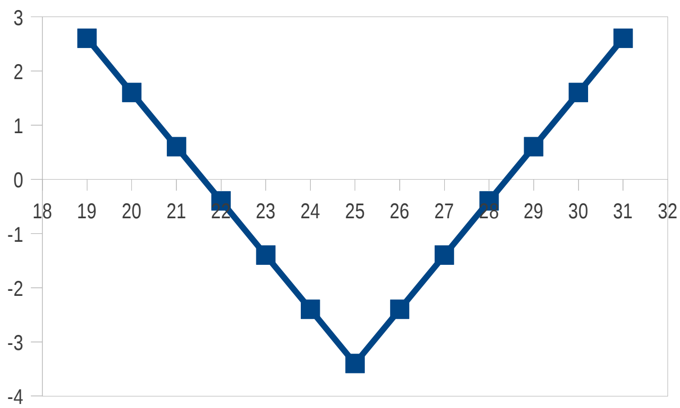
Gráfico 8- Una acción comprada y dos calls ATM vendidos.



Por otro lado, si se diera el caso en el cual un inversor piensa que puede conocerse una noticia destinada a tener un impacto muy importante sobre el precio de mercado, pero donde no acierta a vislumbrar sin la innovación será buena o mala para el activo, una estrategia aconsejable sería la de comprar reverse hedge, vendiendo un bono y comprando dos calls, la estrategia sólo proveerá utilidad si el precio del mercado presenta una gran variación con respecto a K sin importar en que dirección. El cuadro que sigue muestra el resultado neto de la estrategia haciendo hincapié en los componentes individuales de la misma.

9 Tear – Acción vendida con dos calls comprados ATM			
Expiración	90 días		
Strike	25 días		
Prima	1,7 días		
Precio a la expiración	Resultado opción	Resultado posición	Resultado neto
19	-3,4	6	2,6
20	-3,4	5	1,6
21	-3,4	4	0,6
22	-3,4	3	-0,4
23	-3,4	2	-1,4
24	-3,4	1	-2,4
25	-3,4	0	-3,4
26	-1,4	-1	-2,4
27	0,6	-2	-1,4
28	2,6	-3	-0,4
29	4,6	-4	0,6
30	6,6	-5	1,6
31	8,6	-6	2,6

Gráfico 9- Compra de un reverse hedge.



Posiciones de Spread

un spread combina opciones con distinta fecha de expiración y/o con diferentes strikes donde alguna son compradas y otras vendidas. Los speads más comunes son los siguientes:

El spread vertical considera opciones con la misma fecha de expiración pero con distintos strikes; donde una opción es comprada y la otra vendida.

Con el spread horizontal una opción es comprada y la otra vendida al mismo strike pero considerando distinta fecha de expiración.

El spread diagonal es una combinación de los anteriores, donde una opción es comprada y otra vendida pero con distinta fecha de expiración y a distintos strikes. Desde ya existen cuatro tipos de spreads diagonales .

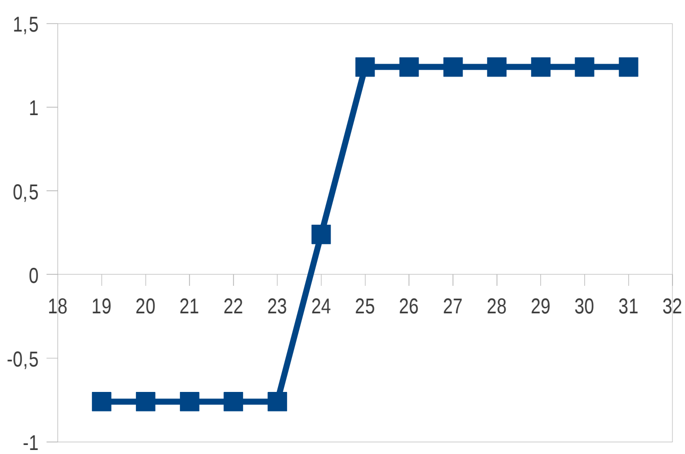
Tanto los speads horizontales como los diagonales no pueden graficarse pedagógicamente con los diagramas de retorno presentados en esta sección.

Cada una de las categorías de spreads mencionados tiene su versión optimista (bullish) y su versión pesimista (bearish). En el caso de un bull spread, se compra la opción de strike price menor y se vende la de mayor strike. Cuando se trata de un bear spread, se vende la opción que se encuentra at the money y se compra la opción que está out of the money.

El cuadro 10 muestra la anatomía de un bull spread donde se compra la opción de strike 23 y se vende la de strike 25 siempre de Tear. Como puede apreciarse con mayor nitidez en el gráfico que sigue, el armado de un Bull Spread con calls implica un desembolso inicial de fondos-perdida acotada definida como la diferencia entre las primas y también una ganancia acotada determinada como la diferencia entre los striks menos el pago inicial.

10 Tear –Bull Spread-Precio de Mercado:23			
Expiración	90 días	Expiración	90 días
Strike	23 días	Strike	25 días
Prima	1,51 días	Prima	0,75 días
Precio a la expiración	Opción ATM	Opción OTM	Resultado neto
19	-1,51	0,75	-0,76
20	-1,51	0,75	-0,76
21	-1,51	0,75	-0,76
22	-1,51	0,75	-0,76
23	-1,51	0,75	-0,76
24	-0,51	0,75	0,24
25	0,49	0,75	1,24
26	1,49	-0,25	1,24
27	2,49	-1,25	1,24
28	3,49	-2,25	1,24
29	4,49	-3,25	1,24
30	5,49	-4,25	1,24
31	6,49	-5,25	1,24

Gráfico 10 - Bull Spread -.



Si el bull spread se realizara con puts en vez de un pago neto inicial existiría un cobro neto inicial.

Por otro lado, un bear spread sería la imagen espejo del gráfico anterior, donde existiría una ganancia acotada si el mercado baja más allá del limite inferior mientras que la perdida también estaría acotada para un mercado alcista por encima del limite superior del spread.

Posiciones de Combinaciones: el Straddle.

Una combinación considera compra-venta de opciones de diferente clase sobre el mismo activo asociado, que son compradas o vendidas alternativamente, con el mismo strike price y la misma fecha de expiración, su nombre popular es Straddle.

La primera alternativa clásica sería compra de un call y un put, cuyo dibujo semeja al de la compra de un “reverse hedge” -gráfico 9- del que pude verse que es rentable si el precio del mercado a la expiración cierra con una diferencia significativa en relación al strike correspondiente. En este caso se estaría comprando un Straddle.

En el caso donde se vendiera un call y un put, se vendería un Straddle, cuyo dibujo sería parecido al del gráfico 8.

3.4 Posiciones sintéticas.

Como puede inferirse, de los gráficos anteriores, puede construirse una posición comprada en el futuro mediante la compra de un call y la venta de un put at the money, siempre considerando costos de transacción nulos y donde las prima fueran idénticas. Así mismo, una posición vendida en futuros equivale a una posición vendida en call y comprada en put at the money. Entonces, las formas básicas son:

(3) Futuro comprado= Call comprado + Put vendido.

(4) Futuro vendido= Call vendido + Put comprado.

Una posición de futuro construida como las señaladas en 3 y 4 se llaman sintéticas, pueden ser de utilidad cuando los mercados no son muy líquidos o las cotizaciones prevalecientes pueden ser usadas para formar combinaciones de riesgo beneficio sesgado a favor del operador. Un call sintético puede ser construido despejando en 3 de la forma siguiente:

Call comprado= Futuro comprado – Put vendido.

Debe destacarse que el signo menos delante de la operación correspondiente revierte el sentido de la misma, es decir si Put vendido tiene el signo – delante se transforma en Put comprado.

(5) Call comprado= Futuro comprado + Put comprado.

A su vez, un call sintético vendido puede formarse utilizando la ecuación 4.

(6) Call vendido= Futuro vendido + Put vendido.

Con la misma metodología y manipulando convenientemente las ecuaciones 3 y 4 pueden obtenerse las expresiones para el caso de un put comprado sintético y un put vendido sintético.

Como se a visto en los ejemplos anteriores, combinando la compra de un put at the money más la compra de un contrato de futuro puede obtenerse la compra de un call at the money. Si se combinara la compra de una opción in (out of) the money con un futuro pueden obtenerse otros resultados:

(7) Put in the money + Futuro comprado= Call out of the money.

Siguiendo el mismo razonamiento puede construirse un call in the money comprando un futuro conjuntamente con un put out of the money. En este caso el precio del call in the money será el premio del put más el componente out of the money.

3.5 Clasificación de estrategias.

En términos generales las estrategias financieras utilizando opciones puedes clasificarse de acuerdo con el siguiente cuadro:

POSICIONES	BULLISH	BEARISH
Futuro comprado	++	
Futuro vendido		- -
Call comprado	+	
Call vendido		-
Put comprado		-
Put vendido	+	

Cuando al lado de cada estrategia se consigna un signo + se indica que es una alternativa relativamente bullish, cuando se dibuja ++ se quiere indicar que es una posición muy bullish. Por otro lado, cuando se indica – se quiere asumir una posición bearish y - - una posición muy bearish.

Las posiciones sintéticas explicadas en la sección anterior son de utilidad para revisar dinámicamente estrategias de cobertura del portafolio. Si el inversor comenzara con una posición muy bullish, es decir comprado en un futuro y observara luego de transcurrido un tiempo que la tendencia del mercado es sólo bullish, puede transformar su posición inicial sumando el futuro comprado una operación bearish, comprando un put.

3.6 Limites para los precios de las Opciones.

Limites superiores

En el caso de un call tanto americano (C) como europeo (c) se da la siguiente relación:

$$S \geq c \text{ y } S \geq C$$

Es decir, nunca el precio del call puede exceder el precio del activo.

Así miso, el valor de un put americano jamas podría ser mayor que el del valor del strike correspondiente.

En el caso de un put europeo debe tenerse en cuenta la tasa de interés, así:

$$X\,e^{-r(T-t)} \geq P$$

Limites inferiores

En el caso de un call europeo sobre una acción que no paga dividendo, su limite inferior es su valor intrínseco.

$S - X\,e^{-r(T-t)}$

Si el precio del call fuera inferior a ese limite cabría la posibilidad para un arbitraje: vendiendo la acción colocando los fondos a tasa de interés y comprando la opción.

Para poder apreciar el funcionamiento de los posibles arbitrajes es conveniente plantear el funcionamiento de dos portafolios.

Portafolio A: un call europeo (c), cuyo precio de ejercicio es X, más una suma en efectivo = $X\,e^{-r(T-t)}$.

Portafolio B: el underlying asset.

El valor del primer portafolio en el momento T será el máximo entre S_r y X_r, mientras que el portafolio B es S_r. En cada momento del tiempo el portafolio A puede ser mayor que el portafolio B.

En equilibrio esta relación debe darse en cada momento del tiempo, entonces se tiene:

$c + X\,e^{-r(T-t)} > S$, entonces

$c > S - Xe^{-r(T-t)}$

En el caso de un put europeo sobre un activo que no paga dividendo, el limite inferior está dado por:

$Xe^{-r(T-t)} - S$

Una prueba más formal puede lograrse considerando otra vez dos portafolios.

Portafolio C: Un put europeo más una acción.

Portafolio D: Efectivo equivalente a $Xe^{-r(T-t)}$

Si $S_T < X$ el put es ejercido en el momento T y el valor del portafolio resulta X. Si, por otro lado, el $S_T > X$ el put no se ejerce y el valor del portafolio es S_T. Entonces el valor del portafolio C es el máximo (X, S_T) en el momento T.

El valor del portafolio D es X en el momento T, de donde el valor del portafolio C siempre será ≥ al de D. Algebraicamente,

$p + S > Xe^{-r(T-t)}$ **,** o bien

$p > Xe^{-r(T-t)} - S$

3.7 Ejercicio anticipado de Opciones.

En el caso de un call americano, nunca es óptico su ejercicio antes de la expiración del mismo. Conceptualmente, la expiración temprana de este tipo de opciones implica tomar un riesgo adicional en lo que respecta a la variación del precio del activo subyacente.

En el caso de un put americano, el ejercicio de una operación que se encuentra deeply in the money puede ser óptimo en virtud del aprovechamiento de la tasa de interés remanente hasta la extinción del contrato, que es el costo de oportunidades de una posición comprada en el activo subyacente.

La razón explicada en el párrafo anterior indica porqué un put americano debe ser más valioso que un put europeo.

3.8 Put Call parity.

Considérese dos portafolios:

Pa = $c + X e^{-r(T-t)}$

Pb = $p + S$

El valor de ambos portafolios en el momento T es el máximo (S_T , X), dado que son opciones europeas, esa igualdad debe darse en cada momento del tiempo. De este modo,

(8) $c + X e^{-r(T-t)} = p + S$

si la misma no se diera cabría arbitrar entre los portafolios, comprando uno y vendiendo el otro o viceversa.

Considerando los siguientes datos:

Variables	Valores
c	3
p	2,25
X	30
S	31
r	0,1
Tiempo	0,25
Portafolio A	32,2593
Portafolio B	33,25

Valuando separadamente ambos portafolios puede observarse que el portafolio A está barato en relación al B. De este modo, se impone comprar el A y vender el B. en términos más sencillos comprar el call y vender su sintético, es decir, el put y la acción correspondiente.

El flujo de fondos de esa estrategia implica:

-3 + 2,25 + 31 = 30,25 $

Cuando este monto se invierte interés se obtienen 31,02$. Si a la expiración se da que S > X se ejerce el call y con ello se enjugan las perdidas de la posición vendida en la acción. El resultado sería:

31,02 – 30 = 1,02

Si el call no es ejercido, utiliza el dinero colocado a interés para recomprar la acción vendida y cerrar la operación. Nótese que en este caso el call vale 0 pero el put comienza a tener valor y registra además una ganancia con la posición vendida en la acción.

Desde ahora , cuando las opciones sean europeas $c \approx p$,seran valuadas “ at the money”.

Cuando las opciones son americanas se da la siguiente relación:

dado que P >p y C=c, sigue de la put call parity que :

$P > C + X e^{-r(T-t)} + S$

(9) $C – P – S - X e^{-r(T-t)}$

Esta formula establece un limite superior para la diferencia.

Para determinar una relación adicional debe considerarse:

Pa: c + X

Pb: P + S

Ambas opciones tienen el mismo precio de ejercicio y misma fecha de expiración. Suponiendo que el put no es ejercicio antes de su expiración se tiene que el valor de Pb es le máximo (X, S_T) en el momento T, mientras que el valor del Pa es máximo (X, S_T) + X $e^{-r(T-t)}$ - X. Como puede verse Pa es siempre mayor que Pb de donde,

$c + X > P + S$

$C + X > P + S$, o bien

(10) $C - P > S - X$

Combinando esta ultima expresión con (2) se logra:

(11) $S - X < C - P < S - X e^{-r(T-t)}$

Teniendo en cuanta los siguientes datos:

Variables	Valores
c	1,5
X	20
T- t	0,42
S	19
r	0,1
p	1,68

Aplicando la formula (4) se logra:

$1 > P - C > 0{,}18$

lo que implica, P es mayor que el put europeo pero menor que 2,50 $.

La introducción de los Dividendos (D) modifica las fórmulas de la siguiente manera:

(12) $c > S - D - X e^{-r(T-t)}$

(13) $p > D + X e^{-r(T-t)} - S$

La put – call parity se trasforma en:

(14) $c + D + X e^{-r(T-t)} = p + S$

(15) $S - D - X < C - P < S - X e^{-r(T-t)}$

4 DERIVADOS FINANCIEROS

Un **derivado financiero**, también llamado instrumento derivado, es un producto financiero (o contrato financiero) cuyo valor depende del valor de otro activo.

Por ejemplo, un futuro sobre divisas se basa en el valor (tipo de cambio) de un par de divisas.

Puede haber gran cantidad de derivados financieros dependiendo de “el índice valor” inicial del que se deriven .El activo del que depende el valor del producto financiero se llama activo subyacente y pueden ser muy variados y extensos: divisas, materias primas, renta fija, bonos, acciones, productos energéticos, índices bursátiles, índices macroeconómicos como el Euribor, etc.

4.1 Características de un derivado financiero

Características de un derivado financiero

Los derivados financieros suelen ser algunos de los productos financieros más interesantes aunque habitualmente no son tan conocidos como el resto. Algunas de sus principales características son:

- Normalmente cotizan en mercados de valores, aunque también pueden no hacerlo.
- El precio de los derivados varía con respecto siempre al del llamado “activo subyacente”, el valor al que está ligado dicho derivado.
- También puede ser referido a productos no financieros ni económicos como las materias primas. Algunos de los ejemplos más conocidos son el oro, el trigo o el arroz.
- Normalmente la inversión que debes realizar es muy inferior a si compraras una acción o una parte del valor subyacente por el que desees apostar.
- Los derivados financieros tienen que cumplir una cualidad indispensable y es que siempre se liquidan de forma futura.

4.2 Tipos de derivados financieros

Los derivados financieros se pueden clasificar en diferentes tipos según criterios diferentes como los siguientes:

- el tipo de contrato
- el activo subyacente
- finalidad
- lugar de negociación
- la complejidad del producto

4.2.1 En función del tipo de contrato

Dependiendo del tipo de contrato, los derivados financieros se pueden definir los siguientes tipos:

- Permutas financieras (conocidas como *swaps*).
- Contratos de futuros, ya sean negociados en un mercado organizado o no. Se incluyen los *forwards* y las compra-ventas a plazo.
- Opciones (incluyéndose los *warrants*).
- Contratos por diferencia.

4.2.2 En función de la complejidad del contrato

En función de la complejidad del contrato se pueden dividir los derivados en financieros en dos tipos:

- Los conocidos como "**plain vanilla**" o simplemente vanilla que son los convencionales.
- O los conocidos como "**exóticos**".

4.2.3 En función del lugar de negociación

Los derivados financieros se pueden negociar en mercados organizados (**M.M.O.O.**) o mercados **OTC** ("*Over The Counter*").

La principal diferencia entre ambos es que en los mercados organizados los contratos de derivados financieros son productos estandarizados y, por tanto, todos los participantes en el mercado acceden con las mismas condiciones y mismos precios.

En los mercados OTC los contratos se realizan según los acuerdos a los que lleguen ambas partes, comprador y vendedor.

4.2.4 En función del activo subyacente

En función de la naturaleza del activo subyacentes los derivados financieros pueden clasificarse en los siguientes grupos:

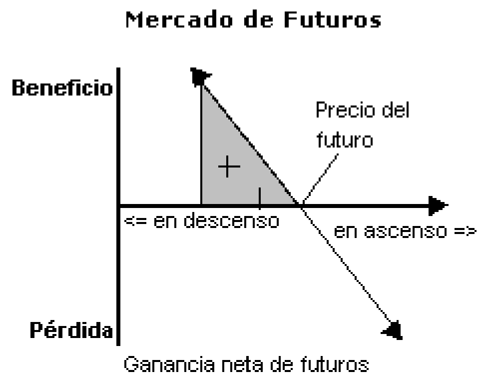
- **Financieros**: el activo subyacente es un producto financiero en sí mismo. Se incluyen derivados sobre acciones, divisas, tipos de interés, bonos, etc.
- **No financieros**: son los derivados financieros cuyos activos subyacentes son generalmente productos y bienes como derivados sobre materias primas y otros productos básicos (metales, cereales, energía, etc).

En nuestro país los derivados están regulados por dos órganos rectores fundamentalmente: **MEEF Renta Variable en Madrid y MEEF Renta Fija en Barcelona**. Aunque parezca que su función es poco importante, sí lo es, ya que no sólo regulan sino que además gestionan las compras y ventas que se realizan a diario mediante una cámara de compensación propia que ejecuta las liquidaciones entre todas las operaciones.

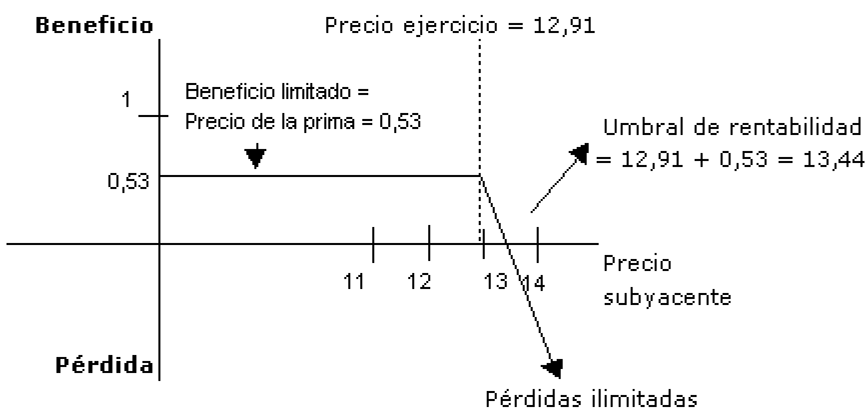
Normalmente son activos muy interesantes ya que permiten que juguemos con el valor futuro de los activos subyacentes sin hacer un gran desembolso, aunque también su carácter especulativo es muy grande debido a que no sólo podemos hacer un uso normal de compra y venta de las acciones, sino que también podemos comerciar los con derechos para comprar o vender los activos; con un mismo capital inicial jugando con la segunda opción de los derechos podemos conseguir muchos más beneficios.

4.3 Tipos de derivados financieros

Dentro de los derivados financieros contamos con dos tipos:



Futuros: No hay que pagar nada en el momento de su contratación, pero si hay que predisponer una garantía ante el pago. La principal cualidad de este tipo, es que contraemos una obligación de pago sobre los derivados adquiridos, el riesgo es grande, pero también los beneficios posibles también.



Opciones: Al contratar una opción has de pagar una pequeña prima y en ocasiones suscribir también una garantía. Lo bueno de las opciones es que realmente estamos fijando un compromiso de beneficios y pérdidas; si perdemos siempre el límite será el valor de la prima previa y los beneficios de carácter ilimitados.

Cabe matizar que los derivados financieros son también un seguro cómodo ante una bajada inesperada del valor subyacente al que esté referido. De hecho hay dos tipos de derivados financieros que toman el nombre de "*seguro*" por la capacidad extrema de ofrecer dicha cualidad que son los siguientes:

- El seguro de cambio.
- El de cambio múltiple.

En definitiva podemos decir que los derivados financieros son un tipo de activos los cuales fundamentan su valor en el futuro de otro, siendo su riesgo muy alto o más moderado dependiendo de si elegimos la contratación de **futuros** o de **opciones de acciones**.

5 LETRAS GRIEGAS

Recordemos que significado tenia cada letra:

- **Delta (Δ)** = Tasa de cambio del precio de un derivado con respecto al precio del activo subyacente.
- **Theta (θ)** = Tasa de cambio del valor de la cartera con respecto del tiempo.
- **Gamma (Γ)** = Tasa de cambio de delta con respecto al precio del activo.
- **Vega (ν)** = Tasa de cambio de precio de una opción o de otro derivado con volatilidad.
- **Rho (ρ)** = Tasa de cambio del valor de la cartera con respecto a la tasa de interés.

Vamos a ver la tabla de las Letras Griegas, después calcularemos como llegamos a ellas con las opciones de compra y las opciones de venta.

LETRA GRIEGA	OPCION DE COMPRA	OPCION DE VENTA
Delta (Δ)	$N(d_1)$	$N(d_1)-1$
Theta (θ)	$\frac{S_0 N'(d_1)\delta}{2\sqrt{T}}+rK\,e^{-rt}N(d_2)$	$\frac{S_0 N'(d_1)\delta}{2\sqrt{T}}+rK\,e^{-rt}N(d_2)$
Gamma (Γ)	$\frac{N'(d_1)}{S_0\delta\sqrt{T}}$	$\frac{N'(d_1)}{S_0\delta\sqrt{T}}$
Vega (ν)	$N'(d_1)S_0\delta\sqrt{T}$	$N'(d_1)S_0\delta\sqrt{T}$
Rho (ρ)	$KT\,e^{-rt}N(d_2)$	$-KT\,e^{-rt}N(-d_2)$

Donde $N'(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-x^2/2}$ y además

$$\exp\{\frac{1}{2}(\ln(K)-\ln(S_0))+\ln(S_0)\}=\exp\{\frac{1}{2}(\ln(S_0)-\ln(K))+\ln(K)\}$$

También sabemos que $N(-d_2)=1-N(d_2)$ y Δ, θ y Γ satisfacen lo siguiente:

$$\theta+rS_0\Delta+\frac{1}{2}\delta^2 S_0^2=r\pi$$

Finalmente, las letras griegas para opciones sobre un activo que proporciona un rendimiento a la tasa que son las escritas en la anterior tabla por: e^{-qT}

Las letras griegas que acabamos de ver se obtienen de las formulas de Call o Put:

Sea :

$$C = S_0 \psi(d_1) - Ke^{-rT} \psi(d_2) = f(S_{0,} K, r, T, \sigma)$$

$$P = Ke^{-rT} N(d_2) - S_0 N(-d_1)$$

con:

$$d_{1,2} = \ln\left(\frac{S_0}{K}\right)\frac{1}{\sigma}\sqrt{T} + r\sqrt{T} \pm \sigma\frac{\sqrt{T}}{2}$$

Veamos las letras griegas respecto a una opción de compra o call:

respecto a las variables tenemos:

$$\Delta = \frac{\partial C}{\partial S_0} \qquad \nu = \frac{\partial C}{\partial \sigma}$$

$$\Gamma = \frac{\partial^2 C}{\partial^2 S_0} \qquad \rho = \frac{\partial C}{\partial r}$$

$$\theta = \frac{\partial C}{\partial T}$$

5.1 Delta.

Veamos la Δ:

$$\Delta = N(d_1)+S_0\left(\frac{\partial}{\partial S_0}\right)N(d_1)-K e^{-rT}\left(\frac{\partial}{S_0}\right)N(d_2)$$

$$N(d_1)+S_0\left(\frac{\partial}{\partial S_0}\right)N'(d_1)-K e^{-rT}\left(\frac{\partial}{S_0}\right)N'(d_2)$$

como:

$$\frac{\partial d_{1,2}}{S_0}=\frac{1}{S_0}\sigma\sqrt{T}$$ solo depende de S_0

Sabemos que:

$$N'(x)=\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\right)e^{\frac{-x^2}{2}}$$

Entonces:

$$N(d_1)+\frac{1}{\sigma\sqrt{T}}\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\right)e^{\frac{-d^2{}_1}{2}}-K e^{-rT}\left(\frac{1}{\sigma}\sqrt{TS_0}\right)e^{\frac{-d^2{}_2}{2}}\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\right)$$

y como:

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{T}}\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\right)e^{\frac{-d^2{}_1}{2}}-K e^{-rT}\left(\frac{1}{\sigma}\sqrt{TS_0}\right)e^{\frac{-d^2{}_2}{2}}\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\right)=0$$

nos queda que:

$$e^{\frac{-d^2{}_1}{2}}=K e^{-rT}\left(\frac{1}{S_0}\right)e^{\frac{-d^2{}_2}{2}}$$

$$\exp\left(\frac{-1}{2}\left(\frac{(\ln(S_0)-\ln(K)+rT)}{\sigma\sqrt{T}}+\sigma\frac{\sqrt{T}}{2}\right)\right)^2=Ke^{-rT}\exp\left(\frac{-1}{2}\left(\frac{(\ln(S_0)-\ln(K)+rT)}{\sigma\sqrt{T}}-\sigma\frac{\sqrt{T}}{2}\right)^2\right)$$

$$A=\frac{(\ln(S_0)-\ln(K)+rT)}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$\rightarrow -\frac{1}{2}\left(A^2+\sigma\frac{T}{4}+\sigma\sqrt{T}A\right) = \frac{-1}{2}\left(A^2+\sigma\frac{T}{4}-\sigma\sqrt{T}A\right)$$

$$\rightarrow -\frac{1}{2}\sigma\sqrt{T}\,A=\frac{1}{2}\sigma\sqrt{T}\,A$$

$$\rightarrow S_0\exp\{\frac{-1}{2}\sigma\sqrt{T}\,A\}=Ke^{-rT}\{\frac{1}{2}\sqrt{T}\,A\}$$

$$\rightarrow S_0\exp\{\frac{-1}{2}(\ln(S_0)-\ln(K)+rT)\}=Ke^{-rT}\exp\{\frac{-1}{2}(\ln(S_0)-\ln(K)+rT)\}$$

Lo pasamos dentro $\rightarrow =K\exp\{(1/2)(\ln(S_0)-\ln(K)-rT)\}$

Por tanto nos queda:

$$S_0\exp\{\frac{1}{2}(\ln(K)-\ln(S_0))\}=K\exp\{\frac{1}{2}(\ln(S_0)-\ln(K))\}$$

consideramos que:

$S_0=e^{lnSo}$ y $K=e^{lnK}$

así tenemos la igualdad siguiente:

$$\exp\{\frac{1}{2}(\ln(K)-\ln(S_0))+\ln(S_0)\}=\exp\{\frac{1}{2}(\ln(S_0)-\ln(K))+\ln(K)\}$$

nos queda:

$$\exp\{\frac{1}{2}(\ln(K)+\ln(S_0))\}=\exp\{\frac{1}{2}(\ln(S_0)+\ln(K))\}$$

Que finalmente nos da el resultado que queríamos obtener:

$$S_0 N'(d_1)=Ke^{-rt}N(d_2)$$

5.2 Theta.

Veamos la Theta como se obtiene a partir de la formula del Call:

$$\frac{\partial\theta}{\partial T}=S_0 N'\left(d_1\right)\partial d_1+Ke^{-rt}N\left(d_2\right)-Ke^{-rt}N'\left(d_2\right)\frac{\partial d_2}{\partial T}$$

utilizando la formula siguiente:

$$S_0 N'\left(d_1\right)=Ke^{-rt}N\left(d_2\right)$$

obtenemos que:

$$Ke^{-rt}N\left(d_2\right)+Ke^{-rt}N'\left(d_1\right)\frac{\partial\left(d_1-d_2\right)}{\partial T}$$

siendo las igualdades siguientes:

$$\frac{\partial\left(d_1-d_2\right)}{\partial T}=\frac{\sigma}{2\sqrt{T}}$$ y $$\left(d_1-d_2\right)=\sigma\sqrt{T}$$

entonces nos queda la formula que queríamos hallar:

$$\rightarrow Ke^{-rt}N\left(d_2\right)$$

5.3 Gamma.

Veamos la Gamma como la obtenemos a partir de la formula del Call:

Sea $C_0 = S_0 \psi(d_1) - Ke^{-rT}\psi(d_2)$ con :

$$d_{1,2} = \ln\left(\frac{S_0}{K}\right)\frac{1}{\sigma\sqrt{T}} + \frac{r\sqrt{T}}{\sigma} \pm \sigma\frac{\sqrt{T}}{2}$$

con:

$\partial S_0 C_0$

$\partial^2 S_0 S_0 C_0$

Derivamos :

$\psi(d_1) + S_0\psi'(d_1)\partial S_0 d_1 - Ke^{-rT}\psi(d_2)$

como $\psi'(d_1)\partial S_0 d_1 - Ke^{-rT}\psi(d_2) = 0$ por N(d_1)=Δ

$$\Gamma = \partial^2 S_0 S_0 C_0 = \psi'(d_1)\partial S_0 d_1 = e^{\frac{-d^2{}_2}{2}}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\left\{\left(\frac{1}{\sigma\sqrt{T}}\right)\left(\frac{K}{S}\right)\left(\frac{1}{K}\right)\right\}$$

como :

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\right)e^{\frac{-d^2{}_2}{2}} = N(d_1{}')$$

entonces nos queda:

$$\left(\frac{1}{S_0\sigma\sqrt{T}\sqrt{2\pi}}\right)\exp\left\{\frac{-1}{2}\left(\frac{1}{\sigma\sqrt{T}}\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \frac{r\sqrt{T}}{\sigma} + \frac{\sigma\sqrt{2}}{2}\right)^2\right\}$$

6 EJEMPLO DE EJERCICIO CÁLCULO DE OPCIONES DE CALLS Y PUTS

Extrayendo la información del diario Expansión o de la pagina web:

http://www.meff.es/docs/Ficheros/boletin/esp/boletinpfri.htm

Podremos calcular algunos ejemplos de Calls y de Puts utilizando la formula de Black-Sholes con la ayuda del programa Excel el cual hemos realizado una plantilla sobre el modelo y así podemos calcular varios ejemplos.

He aquí la tabla de donde sacaremos los datos para nuestro modelo.(siguiente página)

Antes de ellos explicaremos que quiere decir cada palabra de la tabla y la formula que utiliaremos:

Call $$C=S_0\psi(d_1)-Ke^{-rT}\psi(d_2)=f(S_{0,}K,r,T,\sigma)$$

Put $$P=Ke^{-rT}N(d_2)-S_0N(-d_1)$$

Call: es lo que debemos pagar para tener derecho de compra

Put: lo que debemos abonar para tener el derecho de venta

Precio de cierre: precio de la opción que ha cerrado la bolsa

Último cruzado: último precio.

Máximo y mínimo: la variación del precio del producto.

Volatilidad de cierre: medida de la incertidumbre del rendimiento obtenido sobre un activo.

Delta cierre: tasa de cambio de precio de un derivado con respecto al precio del activo subyacente.

Volumen contratos: personas que han optado al producto.

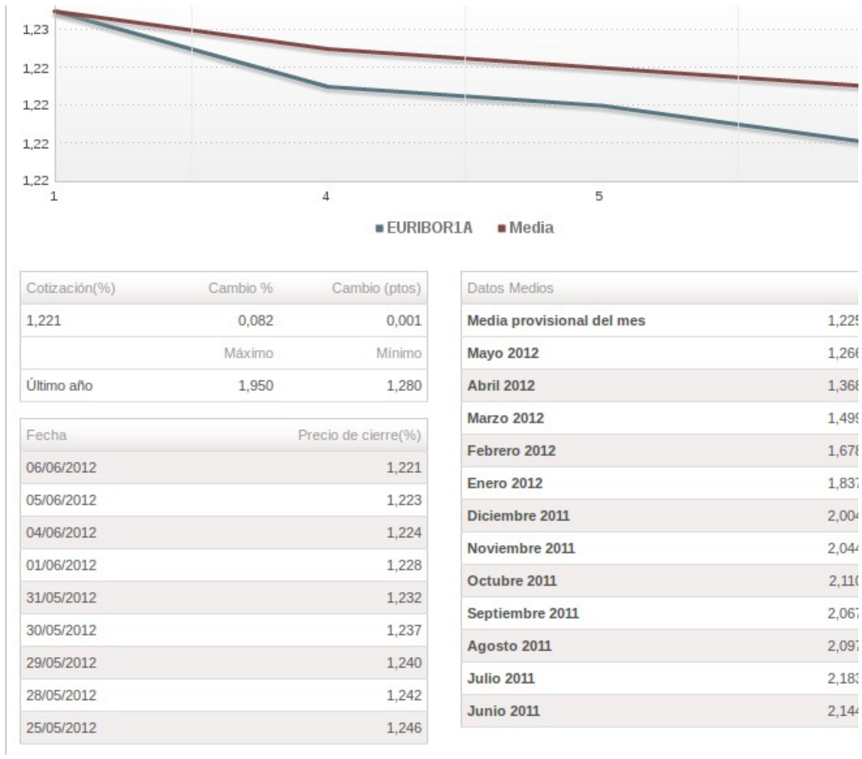
Posición abierta: posición en la que se halla un inversor desde que compra o vende un contrato de futuros hasta que realice la operación contraria (vender si había comprado o comprar si había vendido).

Cierre anterior	6.089,80	
Cierre IBEX - 35	6.065,00	01/06/12

OPCIONES COMPRA (CALL)	PRECIOS CIERRE	ÚLTIMO CRUZADO	MÁXIMO SESIÓN	MÍNIMO SESIÓN	VOLATILIDAD CIERRE	DELTA CIERRE	VOLUMEN CONTRATOS	POSICIÓN ABIERTA
Jun 5.400	715,00	700,00	700,00	700,00	52,97	0,88	1	1
Jun 5.500	629,00	558,00	558,00	558,00	52,14	0,85	3	3
Jun 5.600	547,00	525,00	570,00	525,00	51,32	0,80	2	7
Jun 5.700	469,00	-	-	-	50,50	0,76	-	1
Jun 5.800	396,00	435,00	435,00	390,00	49,68	0,70	5	8
Jun 5.900	329,00	310,00	340,00	265,00	48,85	0,64	13	28
Jun 6.000	268,00	215,00	285,00	215,00	48,03	0,57	24	76
Jun 6.100	215,00	195,00	234,00	170,00	47,25	0,50	37	105
Jun 6.200	169,00	152,00	175,00	125,00	46,59	0,43	19	106
Jun 6.300	129,00	110,00	142,00	93,00	45,93	0,36	36	869
Jun 6.400	97,00	77,00	106,00	68,00	45,27	0,30	25	430
Jun 6.500	71,00	60,00	71,00	46,00	44,61	0,24	480	953
Jun 6.600	50,00	42,00	54,00	32,00	43,95	0,18	43	1.737
Jun 6.700	34,00	29,00	38,00	20,00	43,30	0,14	27	661
Jun 6.800	23,00	19,00	25,00	14,00	42,64	0,10	49	1.868
Jun 6.900	14,00	10,00	17,00	10,00	41,98	0,07	4	1.022
Jun 7.000	9,00	7,00	12,00	7,00	41,32	0,04	5	15.199
Jun 7.100	5,00	5,00	5,00	4,00	40,66	0,03	4	723
Jun 7.200	3,00	-	-	-	40,01	0,02	-	4.995
Jun 7.300	2,00	-	-	-	39,35	0,01	-	1.230
Jun 7.400	1,00	-	-	-	38,69	0,01	-	9.459
Jun 7.500	-	-	-	-	38,03	-	-	5.494
Jun 7.600	-	-	-	-	37,37	-	-	866
Jun 7.700	-	-	-	-	36,71	-	-	3.592
Jun 7.800	-	-	-	-	36,06	-	-	322
Jun 7.900	-	-	-	-	35,40	-	-	311
Jun 8.000	-	-	-	-	34,74	-	-	22.830
Jun 8.100	-	-	-	-	34,08	-	-	109
Jun 8.200	-	-	-	-	33,42	-	-	2.438
Jun 8.800	-	-	-	-	29,47	-	-	108
Jun 8.900	-	-	-	-	28,81	-	-	120
Jun 9.000	-	-	-	-	28,16	-	-	3.899
Jun 9.100	-	-	-	-	27,50	-	-	62
Jun 9.200	-	-	-	-	26,84	-	-	102
Jun 9.300	-	-	-	-	26,18	-	-	44
Jun 9.400	-	-	-	-	25,52	-	-	190
Jun 9.500	-	-	-	-	24,87	-	-	1.646
Jun 9.700	-	-	-	-	23,55	-	-	26
Jun 9.800	-	-	-	-	22,89	-	-	28
Jun 9.900	-	-	-	-	22,23	-	-	31
Jun 10.000	-	-	-	-	21,57	-	-	4.580
Jun 10.200	-	-	-	-	20,26	-	-	1
Jun 10.300	-	-	-	-	19,60	-	-	1
Jun 10.400	-	-	-	-	18,94	-	-	36
Jun 10.500	-	-	-	-	18,28	-	-	273
Jun 11.200	-	-	-	-	13,67	-	-	3.033
Jun 11.400	-	-	-	-	12,36	-	-	28
Jun 11.500	-	-	-	-	11,70	-	-	1.797
Jun 13.500	-	-	-	-	7,80	-	-	1.971
Jun 16.000	-	-	-	-	7,80	-	-	331
Jul 5.800	495,00	452,00	452,00	420,00	47,36	0,60	2	2
Jul 5.900	437,00	395,00	395,00	390,00	46,52	0,56	3	56
Jul 6.000	383,00	340,00	400,00	340,00	45,75	0,52	2	79
Jul 6.100	334,00	-	-	-	45,07	0,48	-	88
Jul 6.200	289,00	270,00	270,00	270,00	44,40	0,44	2	106
Jul 6.300	248,00	-	-	-	43,73	0,40	-	124
Jul 6.400	210,00	195,00	220,00	150,00	43,06	0,36	74	140
Jul 6.500	177,00	154,00	177,00	154,00	42,39	0,32	119	387
Jul 6.600	147,00	44,00	145,00	44,00	41,72	0,28	2.085	2.698
Jul 6.700	121,00	118,00	118,00	118,00	41,05	0,24	47	1.361
Jul 6.800	98,00	-	-	-	40,38	0,21	2.000	10.452
Jul 6.900	79,00	-	-	-	39,71	0,18	-	284
Jul 7.000	62,00	48,00	60,00	47,00	39,04	0,15	14	877
Jul 7.100	48,00	45,00	48,00	45,00	38,36	0,12	1.502	9.179
Jul 7.200	37,00	-	-	-	37,69	0,10	-	138
Jul 7.300	27,00	21,00	21,00	21,00	37,02	0,08	1	98
Jul 7.400	20,00	-	-	-	36,35	0,06	-	67
Jul 7.500	14,00	-	-	-	35,68	0,05	-	773
Jul 7.600	10,00	-	-	-	35,01	0,03	2.000	2.484
Jul 7.700	7,00	18,00	18,00	18,00	34,34	0,03	17	29
Jul 7.800	5,00	-	-	-	33,67	0,02	-	185
Ago 5.400	835,00	-	-	-	48,38	0,71	-	1
Ago 6.000	466,00	-	-	-	44,05	0,53	-	1
Ago 6.100	415,00	-	-	-	43,37	0,49	-	1

OPCIONES VENTA (PUT)	PRECIOS CIERRE	ÚLTIMO CRUZADO	MÁXIMO SESIÓN	MÍNIMO SESIÓN	VOLATILIDAD CIERRE	DELTA CIERRE	VOLUMEN CONTRATOS	POSICIÓN ABIERTA
Jun 4.000	-	-	-	-	63,49	-	-	935
Jun 5.000	9,00	-	-	-	55,26	-0,03	-	2
Jun 5.400	36,00	49,00	51,00	33,00	51,97	-0,11	14	30
Jun 5.500	50,00	64,00	64,00	41,00	51,14	-0,15	116	958
Jun 5.600	67,00	74,00	80,00	62,00	50,32	-0,19	47	851
Jun 5.700	88,00	90,00	110,00	72,00	49,50	-0,24	66	212
Jun 5.800	115,00	140,00	140,00	96,00	48,68	-0,30	39	304
Jun 5.900	148,00	145,00	185,00	120,00	47,85	-0,36	52	555
Jun 6.000	187,00	220,00	222,00	160,00	47,03	-0,43	77	2.606
Jun 6.100	233,00	275,00	275,00	200,00	46,25	-0,50	45	412
Jun 6.200	287,00	285,00	322,00	249,00	45,59	-0,57	19	6.759
Jun 6.300	348,00	343,00	348,00	300,00	44,93	-0,64	9	2.025
Jun 6.400	416,00	429,00	465,00	371,00	44,27	-0,71	5	3.293
Jun 6.500	490,00	500,00	526,00	439,00	43,61	-0,77	33	16.666
Jun 6.600	570,00	595,00	595,00	595,00	42,95	-0,82	3	429
Jun 6.700	655,00	650,00	650,00	605,00	42,30	-0,87	12	180
Jun 6.800	744,00	-	-	-	41,64	-0,91	-	2.743
Jun 6.900	836,00	912,00	912,00	800,00	40,98	-0,94	3	573
Jun 7.000	931,00	890,00	915,00	890,00	40,32	-0,96	26	7.807
Jun 7.100	1.028,00	-	-	-	39,66	-0,97	-	308
Jun 7.200	1.126,00	1.150,00	1.150,00	1.150,00	39,01	-0,98	2	4.185
Jun 7.300	1.225,00	1.315,00	1.315,00	1.235,00	38,35	-0,99	10	81
Jun 7.400	1.324,00	1.400,00	1.400,00	1.400,00	37,69	-1,00	15	605
Jun 7.500	1.424,00	1.405,00	1.410,00	1.405,00	37,03	-1,00	10	8.040
Jun 7.600	1.523,00	1.600,00	1.600,00	1.535,00	36,37	-1,00	11	1.717
Jun 7.700	1.623,00	-	-	-	35,71	-1,00	-	4.006
Jun 7.800	1.723,00	-	-	-	35,06	-1,00	-	4.763
Jun 7.900	1.823,00	-	-	-	34,40	-1,00	-	1.035
Jun 8.000	1.923,00	1.905,00	1.910,00	1.905,00	33,74	-1,00	10	14.063
Jun 8.100	2.023,00	-	-	-	33,08	-1,00	-	780
Jun 8.200	2.123,00	-	-	-	32,42	-1,00	-	2.349
Jun 8.300	2.223,00	-	-	-	31,76	-1,00	-	1.197
Jun 8.400	2.323,00	-	-	-	31,11	-1,00	-	1.321
Jun 8.500	2.423,00	2.405,00	2.410,00	2.405,00	30,45	-1,00	5	2.333
Jun 8.600	2.523,00	-	-	-	29,79	-1,00	-	79
Jun 8.700	2.623,00	-	-	-	29,13	-1,00	-	2.009
Jun 8.800	2.723,00	-	-	-	28,47	-1,00	-	25
Jun 8.900	2.823,00	-	-	-	27,81	-1,00	-	17
Jun 9.000	2.923,00	-	-	-	27,16	-1,00	-	1.801
Jun 9.100	3.023,00	-	-	-	26,50	-1,00	-	9
Jun 9.200	3.123,00	-	-	-	25,84	-1,00	-	8
Jun 9.300	3.223,00	-	-	-	25,18	-1,00	-	3
Jun 9.400	3.323,00	-	-	-	24,52	-1,00	-	1
Jun 9.600	3.523,00	-	-	-	23,21	-1,00	-	10
Jun 9.800	3.723,00	-	-	-	21,89	-1,00	-	2
Jun 9.900	3.823,00	-	-	-	21,23	-1,00	-	11
Jun 10.100	4.023,00	-	-	-	19,92	-1,00	-	20
Jun 10.400	4.323,00	-	-	-	17,94	-1,00	-	9
Jun 10.600	4.523,00	-	-	-	16,62	-1,00	-	25
Jun 10.700	4.623,00	-	-	-	15,97	-1,00	-	36
Jun 10.800	4.723,00	-	-	-	15,31	-1,00	-	11
Jun 10.900	4.823,00	-	-	-	14,65	-1,00	-	11
Jul 5.400	191,00	190,00	191,00	189,00	49,51	-0,26	96	163
Jul 5.500	219,00	210,00	210,00	210,00	48,67	-0,29	1	117
Jul 5.600	251,00	-	-	-	47,84	-0,33	-	4
Jul 5.700	285,00	287,00	287,00	275,00	47,00	-0,36	102	445
Jul 5.800	323,00	328,00	333,00	328,00	46,16	-0,40	55	305
Jul 5.900	365,00	-	-	-	45,32	-0,44	-	65
Jul 6.000	411,00	417,00	417,00	390,00	44,55	-0,48	28	10.551
Jul 6.100	462,00	465,00	465,00	465,00	43,87	-0,52	25	4.035
Jul 6.200	516,00	518,00	519,00	500,00	43,20	-0,57	28	257
Jul 6.300	575,00	-	-	-	42,53	-0,61	-	163
Jul 6.400	638,00	-	-	-	41,86	-0,65	-	442
Jul 6.500	705,00	-	-	-	41,19	-0,69	-	2.244
Jul 6.600	776,00	-	-	-	40,52	-0,73	-	637
Jul 6.700	850,00	-	-	-	39,85	-0,76	-	128
Jul 6.800	928,00	-	-	-	39,18	-0,80	-	76
Jul 6.900	1.009,00	-	-	-	38,51	-0,83	-	13
Jul 7.000	1.093,00	-	-	-	37,84	-0,86	-	97
Jul 7.100	1.180,00	-	-	-	37,16	-0,89	-	175
Jul 7.200	1.270,00	-	-	-	36,49	-0,91	-	88
Jul 7.400	1.454,00	-	-	-	35,15	-0,94	-	84
Jul 7.700	1.743,00	-	-	-	33,14	-0,98	-	30
Ago 5.300	239,00	-	-	-	48,51	-0,26	-	2
Ago 5.400	268,00	271,00	271,00	259,00	47,78	-0,29	160	160
Ago 5.600	333,00	315,00	315,00	315,00	46,33	-0,34	51	84
Ago 5.700	369,00	-	-	-	45,60	-0,37	-	1
Ago 5.800	409,00	420,00	420,00	420,00	44,88	-0,41	1	2
Ago 5.900	452,00	-	-	-	44,15	-0,44	-	25
Ago 6.000	498,00	506,00	506,00	500,00	43,45	-0,47	12	39
Ago 6.100	547,00	-	-	-	42,77	-0,51	-	25
Ago 6.200	599,00	607,00	607,00	607,00	42,10	-0,54	25	26
Ago 6.300	655,00	-	-	-	41,43	-0,58	-	3
Ago 6.400	715,00	-	-	-	40,76	-0,61	-	1
Ago 6.800	985,00	-	-	-	38,08	-0,74	-	1
Sep 5.000	232,00	228,00	228,00	225,00	48,96	-0,22	18	610
Sep 5.200	284,00	-	-	-	47,62	-0,26	-	602

Aquí hemos estriado la gráfica del **Euribor** que lo necesitaremos para tener el dato: tipo de interés (r)



Cotización(%)	Cambio %	Cambio (ptos)
1,221	0,082	0,001
	Máximo	Mínimo
Último año	1,950	1,280

Fecha	Precio de cierre(%)
06/06/2012	1,221
05/06/2012	1,223
04/06/2012	1,224
01/06/2012	1,228
31/05/2012	1,232
30/05/2012	1,237
29/05/2012	1,240
28/05/2012	1,242
25/05/2012	1,246

Datos Medios	
Media provisional del mes	1,22
Mayo 2012	1,26
Abril 2012	1,36
Marzo 2012	1,49
Febrero 2012	1,67
Enero 2012	1,83
Diciembre 2011	2,00
Noviembre 2011	2,04
Octubre 2011	2,11
Septiembre 2011	2,06
Agosto 2011	2,09
Julio 2011	2,18
Junio 2011	2,14

Aquí tenemos un ejemplo de Call y Put con los datos de la tabla, tambien hemos comprobado la pariedad de Call y Put.

So	6000	-0,1158890425		N(D1)	0,482065435
K	6089,8	0,0068237958		N(D2)	0,431262812
T	0,071232877	0,0640948053			
σ	0,4803	D1	-0,044970441	N(-D1)	0,517934565
r	0,01228	D2	-0,173160052	N(-D2)	0,568737188

BS.CALL	268,3846668	PARIEDAD CALL-PUT	-84,4753392
BS.PUT	352,860006		

7 CONCLUSIONES

Una vez finalizado este trabajo de investigación, donde se triangula:

- La búsqueda documental.
- El trato con expertos y las practicas actuales de mercado.
- La puesta en practica mediante ejemplos de todo lo anterior.

He podido comprender la complejidad del mundo financiero. El mercado es viable, es decir, de libre arbitraje, para poder acceder a él necesitas una inversión inicial.

Con la aplicación de la formula de black- Sholdes, estudiada en el libro “Introducción a las mercados de futuros y opciones” de John C. Hull, he podido comprobar que en la situación actual del mercado es mejor una opción de venta (put) que una de compra (call) , pues el Ibex35 está a la baja. Lo que no significa, dado que el mercado siempre está en cambio, que pueda variar la situación.

Para aplicar la formula de black- Sholdes es necesario saber el tiempo de vencimiento de los mercado de la bolsa Europea, la cual se cierra el tercer viernes de cada mes.

Por otra parte he podido apreciar que el valor del Euribor (dentro de unos parámetros estandarizados), no es el más influyente en el resultado de una opción.

8 BIBLIOGRAFÍA

Libros y articulos

- "Introducción a los mercados de futuros y opciones". John C. Hull. Pearson Prentice Hall. Sexta edición 2009.

- "Futuros y Opciones Financieros". Juan Mascareñas Pérez; Íñigo, José Ramón Aragonés González, Marta Solórzano García .Ediciones Pirámide 2010.

- "Diccionario glosario de opciones y futuros español-ingles, ingles-español". Alicia de Vicente, Maria Teresa Polo. Palas Atenea Ediciones S.A, 1994.

- "Los mercados de futuro y opciones. Estrategias para ganar." Samer Soufi. Pirámide 1994.

Diarios y revistas

- Expansión
- La Vanguardia

Paginas web

- http://www.expansion.com/
- http://www.expansion.com/mercados/euribor.html
- http://www.expansion.com/mercados/warrants.html
- http://www.expansion.com/mercados/cotizaciones/indices/ibex35_I.IB.html
- http://www.meff.es/docs/Ficheros/boletin/esp/boletinpfri.htm

9 AGRADECIMIENTOS

En primer lugar me gustaría mostrar mi agradecimiento al Dr. Josep Vives por tutelar mi proyecto y ayudarme en todo momento, desde guiarme en la forma de como hacer la investigación para el trabajo, hasta haciendo ejercicios y resolviendo dudas que iban surgiendo a medida que íbamos avanzando por el mundo financiero y bursátil.

Me gustaría agradecer al señor Raúl Merino por su ayuda y colaboración en la resolución de dudas en ejercicios concretos de opciones de compra y venta.

Por último agradecer también las conversaciones con trabajadores de banca (Caixa Penedes) que al estar en contacto con la realidad la economia, pudieron aclararme amablemente algunas dudas.