Herrera, Luis

Una revista a los modelos matemáticos para la valoración de opciones financieras y estrategias de posicionamiento de activos

Anuario de la Facultad de Ciencias Económicas del Rosario Nº 11, 2015

UNA REVISTA A LOS MODELOS MATEMATICOS PARA LA VALORACION DE OPCIONES FINANCIERAS Y ESTRATEGIAS DE POSICIONAMIENTO DE ACTIVOS

Herrera, Luis[68]

Facultad de Ciencias Económicas del Rosario

Universidad Católica Argentina

Av. Pellegrini 3314, CP 2000, Argentina

Resumen. El principal objetivo de los mercados de futuros es posibilitar la cobertura ante cambios desfavorables de precios. A través de este mercado es posible que quienes quieren eliminar el riesgo de precio puedan transferirlo a quienes estén dispuestos a asumirlos. Estas características intrínsecas de estos mercados, en el contexto económico actual y el contexto económico que se avizora, pueden resultar ser muy favorables para afrontar y superar la caída de los precios de los commodities y la caída de la actividad económica en general. En este trabajo se presenta de una manera didáctica los modelos matemáticos de valoración de opciones financieras más usados (Binomial, Black-Scholes), también se analiza las principales estrategias financieras con opciones y finalmente se explora algunas estrategias sencillas de posicionamiento de activos en mercados de futuros.

Palabras clave: Modelos Matemáticos- Opciones, Mercados de Futuros- Estrategiasde Posicionamiento de Activos.

1.- Introducción:

En materia de posicionamiento de activos financieros, existe una diversidad de estrategias que evidentemente responden a objetivos dispares. En este sentido, el mundo de las finanzas reúne a inversores de distintos perfiles en cuanto a la magnitud del riesgo que están dispuestos a asumir para obtener determinados niveles de rentabilidad en sus inversiones. Por tal motivo podemos decir que partiendo de la relación riesgo – rentabilidad se abre un abanico de estrategias perfectamente adaptables al perfil de cada inversor, en un primer intento de clasificación de estas estrategias podemos tener:

[68]lherrera@uca.edu.ar

1) Estrategias activas: aquellas que intentan superar el rendimiento de una carta escogida como objetivo realizando permanentes ajustes en la combinación de los activos.

2) Estrategias pasivas: como su nombre lo indica, pretenden minimizar el movimiento de la cartera replicando el comportamiento de un índice escogido a tan fin.

3) Estrategias de gestión de riesgo: lo que se busca es limitar la máximo el riesgo inherente a la cartera para un nivel dado de rendimiento.

4) Estrategia de arbitraje: pretenden aprovechar las diferencias de precios que surgen de las imperfecciones del mercado ya sea entre productos similares o entre el mismo producto cotizando en diversos mercados.

Partiendo de estos conceptos, ya se evidencian ciertas diferencias entre aquellas estrategias que, de algún modo, buscan optimizar sus resultados a través de la especulación (lo cual se ve claramente en las estrategias activas y de arbitraje) y aquellas que, por el contrario, llegan a sacrificar ganancias a fin de mantener bajo control el nivel de riesgo asumido. Solamente por el hecho de diferenciarlas de las anteriores, se las suele llamar, a este tipo de estrategias, estrategias no especulativas.

1.1.- Estrategias No Especulativas para activos financieros:

Bajo esta denominación, decíamos que se identifican aquellas estrategias que intentan, por distintas vías, controlar el nivel de riesgo asumido a expensas de sacrificar ganancias. No obstante, este término NO se debe considerar en forma estricta ya que cierto grado de especulación se mantiene implícitamente en cualquier decisión tomada bajo condiciones de incertidumbre. En nuestro caso, recurriremos a este tipo estrategias para posicionar activos financieros en el mercado. Para este tipo de posicionamiento, tanto los futuros como las opciones se presentan como herramientas financieras esenciales para este tipo de gestión de activos.

2.- Las Opciones:

Las opciones, son productos derivados que otorgan al tenedor, a cambio del pago de una prima, el derecho de ejercer la compra (opción de compra: call) o la venta (opción de venta: put) del subyacente a un precio predeterminado (precio de ejercicio) en una fecha futura específica (opción europea) o incluso en cualquier momento previo durante la vida de la opción (opción americana), por sus propias características, requieren procesos de valuación complejos.

2.1.- El Proceso de Valuación: Determinación de la prima

Al intentar valuar una opción, el primer paso es identificar los factores que determinan su precio, la prima. Comenzaremos analizando una opción europea sobre una acción que no paga dividendos. Dado que la prima debe reflejar la probabilidad de ejercer la opción, además de los factores que se aplican a la cobertura lineal (el precio spot del subyacente, el número de días al vencimiento y la tasa de interés libre de riesgo) y los propios datos de la opción (precio de ejercicio), en este caso se requiere la volatilidad del subyacente. Si eliminamos el supuesto de que la acción no paga dividendos, habría que considerar también esta variable. Dado que estos factores determinan la prima, antes de encontrar una función veremos que existen sensibilidades de la prima a cada factor, y suelen identificarse con letras griegas y estimarse bajo a través de derivadas parciales.

La primer sensibilidad de la prima es con respecto al precio spot del subyacente, y se conoce como delta. Se utiliza incluso una segunda derivada de la prima respecto del spot, conocida como gamma, o primera derivada de la prima respecto de delta. Otra sensibilidad muy útil es vega, también conocida como kappa, derivada de la prima con respecto a la volatilidad del subyacente; rho es la sensibilidad de la prima respecto de la tasa de interés libre de riesgo y théta respecto del número de días por vencer, es decir, el factor tiempo o vida remanente de la opción.

2.2.- El Proceso de Valuación: Los Límites de las primas (calls y puts)

Tanto en el caso de los calls como en el de los puts, las primas están acotadas por límites evidentes. Recordemos que la prima de una opción no puede ser negativa, pues significaría que el comprador de la opción, que desea cubrirse, además de obtener el seguro recibe un pago por parte del suscriptor. Entonces resulta lógico pensar que el límite inferior de la opción es cero, pero en el caso del call, por ejemplo, el límite inferior es realmente el resultado de restarle al precio spot del subyacente el valor presente del precio de ejercicio, siempre y cuando este valor sea positivo. Si no se cumpliera este límite, es decir, si el suscriptor de la opción vendiera el call a dicha diferencia, o a cualquier precio inferior, si bien mayor a cero, estaría regalando anticipadamente recursos al comprador, es decir, le está pagando por cubrirlo, por absorber el riesgo que el comprador de la opción desea minimizar o eliminar de su posición primaria.

El límite superior del call es el propio precio spot, y por lo tanto el comprador de una opción de compra, independientemente de la volatilidad, del nivel del mercado y de cualquier otro factor que pudiera hacer lógico y deseable pagar primas altas, no debe jamás pagar ningún precio superior al propio precio del subyacente. En el caso del put, el límite inferior es el valor presente del precio de ejercicio menos el precio spot, y el límite superior es el valor presente del precio de ejercicio. Tanto para calls como para puts, es demostrable que si una prima excede los límites superior o inferior, automáticamente puede hacerse un arbitraje, es decir, un portafolio sin riesgo que genere un rendimiento, en cualquier escenario, mayor a la tasa libre de riesgo.

2.3.- El Proceso de Valuación: La Paridad put-call

Si se intentara comparar un call con un put cuando coinciden las características básicas de ambos (precio de ejercicio, subyacente, vencimiento, etc.), podría intuitivamente pensarse que las primas de ambos debieran ser iguales, lo cual es por supuesto incorrecto, pero sí existe una paridad muy clara, fácil de deducir y, además, en condiciones normales prevaleciente, porque de no cumplirse permite la generación de portafolios de arbitraje.

$$c + Ke^{-r\tau} = p + S$$

Es decir, la prima del call más el valor presente del precio de ejercicio debe ser igual a la prima del put más el precio spot del subyacente, siempre y cuando el subyacente sea una acción que no paga dividendos y la opción sea europea. La paridad put-call nos permite, con una simple operación algebraica, estimar la prima teórica del call o del put, siempre y cuando exista en el mercado la otra opción y ambas sean suficientemente líquidas para suponer que el mercado es eficiente.

2.4.- El Proceso de Valuación: Los límites de opciones americanas

Al analizar opciones americanas, podemos suponer que tanto la prima del call como la del put deben ser superiores que sus equivalentes europeas, pues la posibilidad de ejercer en cada momento antes del vencimiento de la opción incrementa de forma evidente y natural la probabilidad de ejercer. Sin embargo, considerando por ejemplo el caso del call, veremos que un ejercicio temprano de la opción implicaría liquidar anticipadamente el precio de ejercicio, perdiendo entonces los intereses que estos recursos hubieran generado por el resto de la vida de la opción.

Además, si resulta que en el vencimiento el precio spot se regresa, y desciende a un nivel inferior al precio de ejercicio, es decir, si la opción venciera fuera del dinero, el tenedor de la opción ya no puede hacer nada, y pagó en consecuencia demasiado cara la acción y además anticipadamente.

Por lo tanto se considera que, si el tenedor no requiere la acción subyacente antes del vencimiento de la opción, el ejercicio temprano de un call no tiene sentido y por lo tanto no se paga más por él que por un call europeo. En el caso del put, si éste se encuentra profundamente dentro del dinero y el vencimiento es relativamente cercano, el ejercicio temprano genera al tenedor el ingreso anticipado del precio de ejercicio y por lo tanto los intereses correspondientes al menos al periodo que le resta de vida a la opción.

De cualquier forma el precio spot del subyacente no podrá caer por debajo de cero, y en cualquier caso el ejercicio temprano sólo genera al tenedor el ingreso del precio de ejercicio a cambio de la entrega de la acción.

Entonces, dado que el ejercicio temprano del put americano sí tiene sentido, su prima debe superar siempre la prima de un put europeo equivalente. Aplicando la paridad put-call, así como evidentes relaciones de arbitraje, es posible deducir que las primas de las opciones call y put americanas deben satisfacer el siguiente rango:

$$S - K \leq C - P \leq S - Ke^{-r\tau}$$

2.5.- El Proceso de Valuación: El Modelo Binomial

Este modelo permite facilitar tanto la comprensión como el cálculo de la prima teórica de una opción. Cox, Rubinstein y Ross probaron que el modelo binomial en el límite resulta en la fórmula de B/S (Black &Scholes), es decir cuando los períodos binomiales se hacen infinitamente pequeños, el valor resultante del call equivale a la fórmula de B/S, sin embargo para que esto sea cierto es necesario imponer ciertas restricciones en los parámetros de la función binomial.

Para detallar su lógica, supongamos primero que sabemos con toda certeza que el precio spot de la acción subyacente sólo tiene dos posibles precios en el vencimiento de la opción, de tal forma que sólo hay dos posibles resultados para la opción en su vencimiento (supongamos que es un call).

Dado que asumimos que en el vencimiento hay sólo dos posibles precios finales y conocemos esos precios, y sabemos que la posición del portafolio es corta en un call y largo en Δ acciones, entonces podemos evaluar cada uno de los dos posibles valores finales del portafolio y, al igualarlos, obtener la Δ que inmuniza el portafolio, es decir, que asegura que en el vencimiento, sea cual sea el precio spot del subyacente (asumiendo que sólo existen dos alternativas) el valor del portafolio será el mismo y conocido desde el inicio de la posición.

Dado que se supone eficiencia en el mercado, y por lo tanto no arbitraje, en completa congruencia con los supuestos de B/S, entonces un portafolio libre de riesgo no puede rendir más que la tasa libre de riesgo, y por lo tanto, si se conoce la tasa del día de inicio de la posición para el número de días por vencer del call, simplemente descontando a valor presente el valor final del portafolio se conoce el valor inicial del portafolio. Dado que también se conoce delta, entonces sólo resta despejar la incógnita, es decir, el valor inicial del call.

Hasta aquí el modelo parece bastante simple, pero no se ha explicado cómo fijar los posibles precios spot finales. El siguiente paso es incorporar la volatilidad del subyacente para hacer crecer y decrecer el precio spot inicial y encontrar así precios finales que incorporen probabilidad a través de una estimación de la dispersión de los rendimientos contra su media.

Además, deberá determinarse un cierto intervalo de tiempo, δt , es decir, dividir el número de días por vencer de la opción en un número dado de intervalos que, mientras más pequeño sea, generará estimaciones más precisas, convergentes a B/S. De esta forma, para una opción europea, basta con estimar los spots del vencimiento, aplicar la función de maximización de la opción (ya sea call o put) y con dichos valores esperados de la opción en el vencimiento estimar las primas del intervalo inmediato anterior al vencimiento, y así sucesivamente, hasta llegar al día de inicio del periodo, el día en que se realiza la valuación.

En el caso de opciones americanas, hay que calcular además los precios spot esperados en cada intervalo, no sólo al vencimiento, y maximizar entre la prima tipo europeo y el valor que la opción tendría si se ejerciera en cada punto de forma temprana.

Ante la complejidad de la ecuación de B/S modificada para opciones americanas, el modelo binomial tiene una amplia aceptación por su relativa facilidad de implementación, solamente se debe tener en cuenta que se requiere de un número considerable de intervalos, al menos 30.

Por ejemplo, supongamos que el precio de ejercicio de un put americano sobre una acción que no paga dividendos es de \$102.00, el spot del subyacente es de \$100.25, a la opción le restan 150 días por vencer, la tasa anualizada libre de riesgo en curva para 150 días es de 9.85% y la volatilidad anualizada del subyacente es de 32%. Si dividimos el tiempo por vencer en meses de 30 días, entonces tenemos 5 intervalos a partir del día de hoy, cada uno de un tamaño igual a 30/360, es decir, 0.08333.

En el vencimiento hay seis posibles precios spot finales. Cada uno se estima haciendo crecer (u) o decrecer (d) el spot actual multiplicando por un factor, elevado este último al número de veces que es necesario que el spot suba y baje desde el inicio para llegar a tal punto. El factor probabilístico está dado porque la e contempla como tasa de crecimiento a la volatilidad.

En este ejemplo desarrollado, se dividió el tiempo en 5 intervalos, el precio spot final de 159.10 es el resultado de multiplicar el spot inicial, 100.25, por el factor de crecimiento, (u), elevado a la quinta potencia, porque para llegar a este punto el spot debió observar 5 alzas consecutivas, y por el factor de decrecimiento, (d), elevado a la cero, porque para llegar a este punto el spot debió tomar una ruta sin bajas. El factor de alza se calculó como $u = e^{\sigma\sqrt{\tau}}$, y el factor de baja como

$$d = \frac{1}{u} = e^{-\sigma\sqrt{\tau}}.$$

En consecuencia el precio de 132.26 es el resultado de multiplicar el spot por el factor de alza elevado a la cuarta potencia y por el factor de baja elevado a la primera potencia, porque para llegar a dicho punto, bajo cualquier posible combinación, el precio spot inicial debió subir cuatro veces y bajar una. Después sólo hay que evaluar la prima o valor de la opción correspondiente a cada spot, considerando que es americana, con la siguiente función:

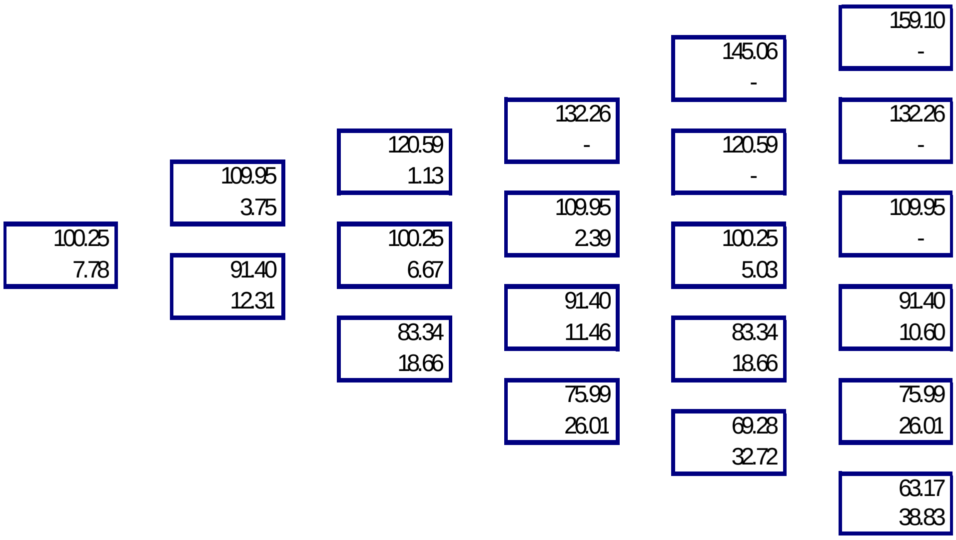
$$f = e^{-r\tau}\left(f_u p + f_d (1-p) \right)$$

Es decir, la prima (f) en cualquiera de los puntos es función de las dos primas del intervalo inmediato posterior: una superior y otra inferior. En este caso, la probabilidad (p) está dada por:

$$p = \frac{e^{r\tau} - d}{u - d}$$

Como la opción es put americana, tanto al final como en cada uno de los intervalos anteriores, incluyendo el del inicio, además de estimar la prima de esta forma hay que evaluar la opción simulando el ejercicio de forma temprana y si el beneficio generado supera la prima teórica, entonces se toma.

De esta forma se llega al valor final: un put americano con estas características, dadas las condiciones actuales del mercado, es decir, la volatilidad, y considerando sólo cinco intervalos, la prima teórica el día de hoy es de 7.78.

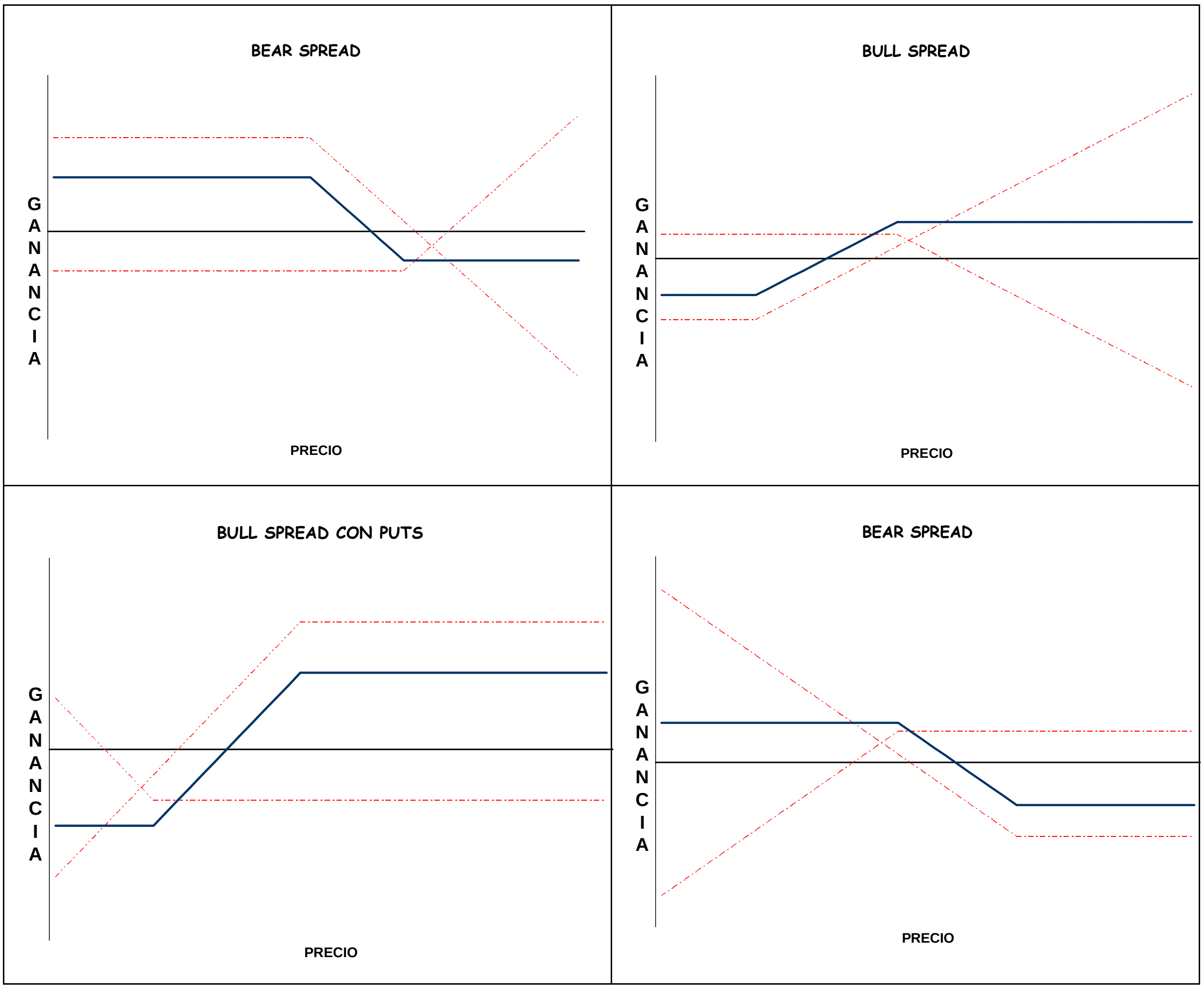


3.- Estrategias con opciones distintas:

Muchos agentes económicos suelen crear un producto sintético mezclando opciones, para lograr no un techo para una deuda o un piso para una inversión, sino una brecha, es decir, simultáneamente techo y piso, ya sea para cubrir un fondeo o una inversión. Revisaremos ahora algunos esquemas de beneficios cuando se hace una inversión en dos o más opciones.

3.1.-Combinación I: Bear y Bull Spreads

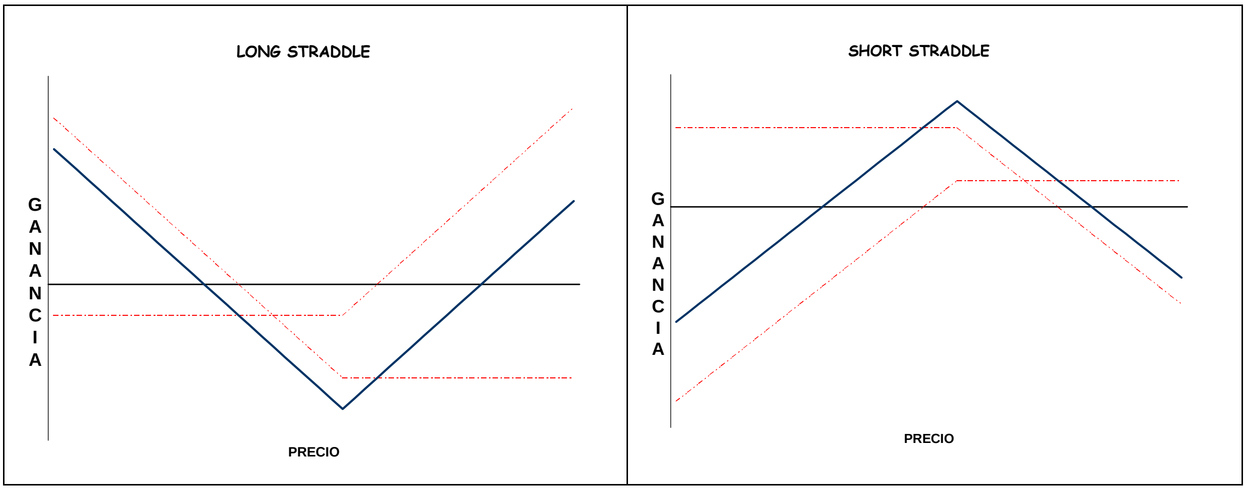
Si se combinan un call largo un call corto, pero con distintos precios de ejercicio, se genera un spread que puede ser Bear (sólo gana en un mercado a la baja) o Bull (sólo gana en un mercado al alza). Además es posible estructurar estos resultados utilizando sólo puts, pero debe tenerse cuidado con el diferencial en primas porque incluso a través de la paridad put-call es posible demostrar que puede ser más barata una alternativa que la otra:



3.2.-Combinación II: Long y Short Straddles

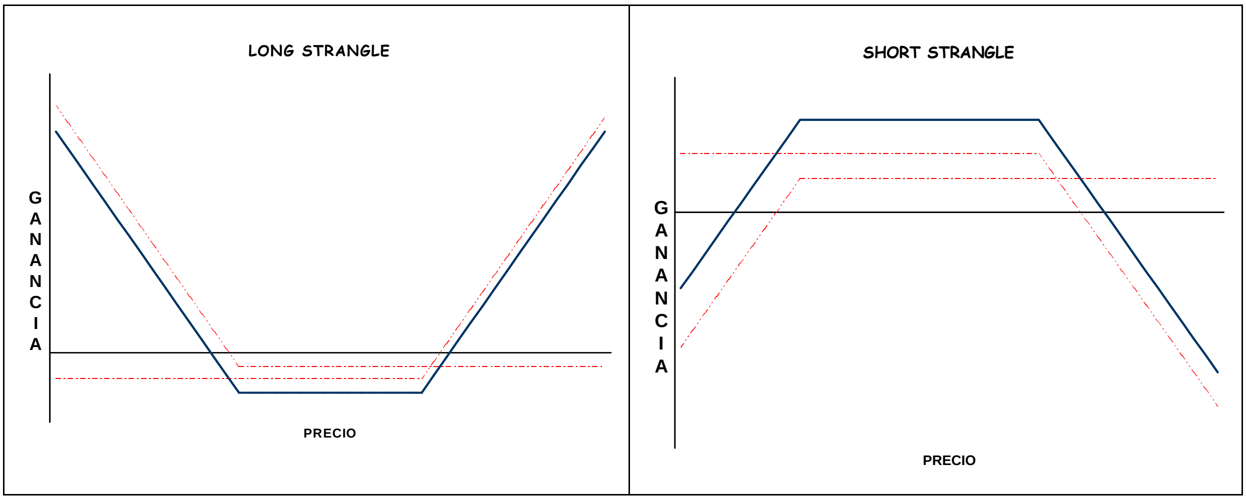
Si se compran tanto un put como un call, ambos con el mismo precio de ejercicio, se requiere un desembolso relativamente considerable al inicio, la suma de ambas primas, pero se obtiene una estrategia singularmente conveniente: se gana tanto al alza como a la baja, siempre y cuando el desplazamiento observado en el mercado sea considerable: protege contra los efectos de la volatilidad.

Si por el contrario se venden ambas opciones, el resultado es bastante peligroso, pues la probabilidad de obtener el máximo rendimiento posible es muy baja: que ambas opciones venzan en el dinero, y esta ganancia es sólo la suma de ambas primas. Por el contrario, si el spot de vencimiento es muy distinto del precio de ejercicio, sin importar si es al alza o a la baja, la pérdida es considerablemente alta e ilimitada a medida que el spot se aleje del precio de ejercicio.



3.3.- Combinación III: Long y Short Strangles

El requerimiento forzoso con los straddle de que los precios de ejercicio sean iguales obliga a que normalmente una de las dos opciones, el call o el put, resulte relativamente demasiado cara, encareciendo el straddle largo, o demasiado barata, encareciendo el máximo ingreso posible con el short straddle. Es la misma lógica, pero utilizando precios de ejercicio distintos, es decir, construyendo strangles.

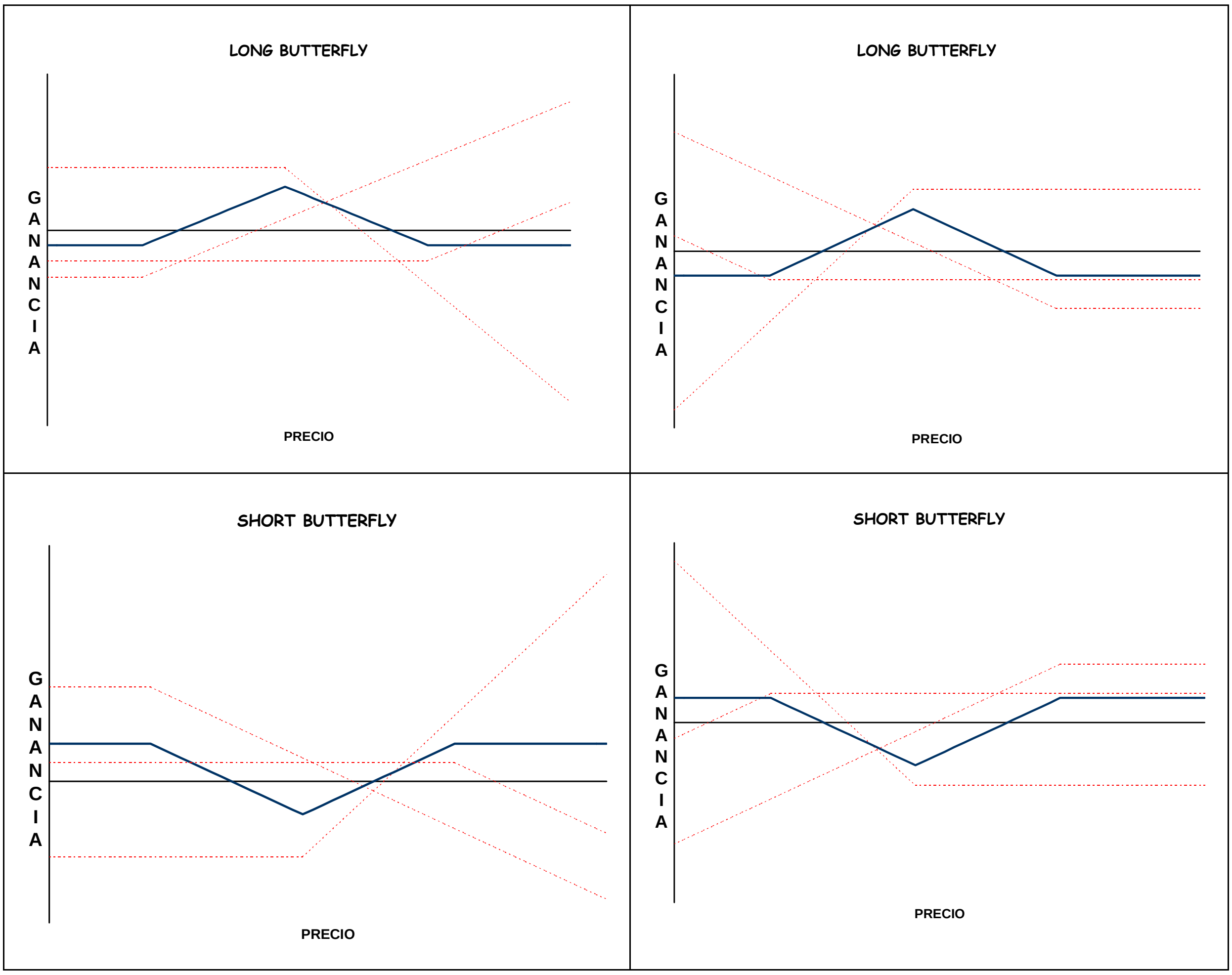


3.4.-Combinación IV: Long y Short Butterflies

Si se combinan un call largo con cierto precio de ejercicio (K_1), dos call cortos con otro precio de ejercicio (K_2) y otro call largo con un precio de ejercicio (K_3), donde los tres precios de ejercicio son equidistantes, es decir:

$$K_3 - K_2 = K_2 - K_1$$

La estrategia resultante se conoce como longbutterfly:



Tiene la enorme ventaja de que se comporta de forma muy parecida al short straddle, pero con la pérdida acotada en un nivel mínimo y conocido previamente. Además, si por ejemplo aislamos el call largo con el precio de ejercicio más bajo y uno de los dos call cortos, veremos que tenemos un bull spread, y con el call corto y el call largo restantes tenemos un bear spread, por lo que el butterfly es también una combinación de dos estrategias.

Es posible estructurar el longbutterfly con puts, utilizando también puts largos en los extremos y dos put cortos en el medio: Si los extremos son cortos y las dos opciones del precio de ejercicio medio son largas, el butterfly resultante es un short butterfly, cuya pérdida máxima está acotada y es poco probable, sólo si las opciones medias vencen en el dinero, mientras que la ganancia, aunque también acotada, es mucho más probable y sólo requiere un mercado suficientemente volátil, es decir, un vencimiento del spot alejado del precio de ejercicio, sin importar si es al alza o a la baja.

El short butterfly también puede replicarse con puts. Utilizando la paridad put-call, puede demostrarse que el costo de estructurar un butterfly (largo o corto) con calls o con puts es idéntico.

4.- Opciones para posicionar activos financieros:

Recordemos que el arbitraje de opciones (en nuestro caso vamos a ver las opciones americanas) implica siempre una compra venta simultánea, se compra aquello que está mas barato y se vende aquello que está más caro. Lo que no permite el arbitraje es obtener una ganancia libre de riesgo, o sea, un beneficio seguro cualquiera sea el movimiento del mercado. Para poder identificad en el mercado la posibilidad de arbitrar opciones es necesario conocer los relaciones de no arbitraje. Las relaciones de no arbitraje son relaciones mínimas y máximas que se deben dar en el mercado para que no exista la posibilidad de arbitrar los precios de las opciones.

La primera relación de no arbitraje es aplicable a una opción. Nos referimos al "límite superior e inferior de las opciones". La prima de una opción no puede ser mayor al límite superior ni menor al límite inferior ya que, de ser así, existirá la posibilidad de realizar un arbitraje. La segunda relación es la llamada "paridad Put_Call", aplicable a dos opciones sobre el mismo activo subyacente, con el mismo precio de ejercicio y con el mismo vencimiento. Esta relación establece que el valor tiempo del call debe ser igual al valor tiempo del put porque, de lo contrario, existirá la posibilidad de arbitrar las opciones.

Otras relaciones de no arbitraje son importantes para construir estrategias de posicionamiento de activos financieros. Podemos lograr un buen posicionamiento de activos aplicando estrategias como Bull Spread y Bear Spread (Estrategia I), que están formadas por dos opciones sobre un mismo activo subyacente, con el mismo vencimiento y distintos precios de ejercicio. Esta relación de no arbitraje consiste en que la variación de las primas debe ser menor a las variación de los precios de ejercicio.

Una variante sería aplicar la estrategia Butterfly (Estrategia II), que está formada por cuatro opciones, dos compradas con distintos precios de ejercicios y dos vendidas con el mismo precio de ejercicio, el cual es intermedio a los precios de ejercicio de las opciones compradas. La relación de no arbitraje a aplicar a esta estrategia consiste en que la prima de la opción vendida debe ser menor al promedio de las primas de las opciones compradas.

Finalmente otra variante sería aplicar la estrategia Cóndor (Estrategia III), que está formada por cuatro opciones, dos compradas y dos vendidas con distintos precios de ejercicio. La misma consiste en que la suma de las primas de las opciones compradas debe ser mayor a la suma de las primas de las opciones vendidas. El no cumplimiento de las relaciones de no arbitraje indicará la posibilidad de arbitrar las opciones y con ello obtener un beneficio libre de riesgo.

4.1.- Estrategia I

Una primera Relación de No arbitraje establece que: **La variación de las primas en términos absolutos debe ser menor a la variación de precios de ejercicio en valores absolutos**. Si esta relación no se cumple en el mercado significa las opciones están des arbitradas y es posible obtener un beneficio libre de riesgo arbitrándolas. Esta es una relación aplicable a las estrategias Bull Spread y Bear Spread. Recordemos que la estrategia llamada Bear Spread se utiliza ante expectativas bajistas del mercado, se espera una leve caída del mercado, de lo contrario es más beneficioso comprar un put directamente. Con esta estrategia la prima que pagamos es menor a la que pagaríamos si compramos un put. Es un tipo de estrategia que ofrece una ganancia máxima pero las pérdidas están limitadas ante la suba del mercado. Podemos decir que acotamos nuestras ganancias con el beneficio de una prima menor.

El Bear Spread puede ser armado con put o con calls, se construye comprando un put con un determinado precio de ejercicio y vendiendo otro con un precio de ejercicio menor. Con calls, se forma vendiendo un call con un determinado precio de ejercicio y vendiendo otro con un precio de ejercicio mayor. El flujo de fondos necesario para realizar esta inversión es igual a la diferencia entre las primas cobradas y pagadas.

4.1.1- Ejemplo de Bear Spread con Calls:

Supongamos que en ROFEX tenemos las siguientes cotizaciones:

Futuro de ISR 05/03 cotiza a 155 U$S.

Call de ISR 05/03 con un precio de ejercicio de 150 U$S, prima 12 U$S.

Call de ISR 05/03 con un precio de ejercicio de 155 U$S, prima   6 U$S.

En nuestro ejemplo vamos a armar el Bear Spread con calls, para ello, debemos vender el call cuyo precio en ejercicio es U$S 150 y adquirir aquel cuyo ejercicio es de U$S 155. En este caso el flujo de fondos al inicio es positivo e igual a U$S 6. Si analizamos la relación de no arbitraje, se puede ver que la misma no se cumple ya que, la variación de las primas (U$S 6) es mayor a las variación de los precios en ejercicio (U$S 5). Esto significa que las opciones están des arbitradas lo cual implica la posibilidad de obtener beneficio libre de riesgo.

Al analizar la dinámica del Bear Spread podemos observar que la ganancia máxima es de U$S 6 y es igual al flujo de fondos al inicio, es decir, a la diferencia de las primas cobradas y pagadas. Esta máxima ganancia se obtiene cuando el precio del futuro es igual o menor a U$S 150, que es el precio de ejercicio del call vendido.

En este caso, donde no se cumple la relación de no arbitraje, no existe pérdida sino una ganancia mínima. Esto se produce cuando el precio del futuro es igual o mayor a U$S 155, que es el precio de ejercicio de la opción comprada. Esta mínima ganancia es igual al beneficio del call comprado menos la pérdida producida por el call vendido más la diferencia entre las primas pagadas y cobradas.

Podemos concluir que si el mercado cae obtendremos una ganancia máxima de U$S 6 y si el mercado sube, obtendremos un beneficio igual a U$S 1, pero nuestro resultado nunca será negativo cualquiera sea el movimiento del mercado.

4.2.- Estrategia II

Una segunda relación de no arbitraje establece que: **La prima de la opción vendida debe ser menor a las suma de las primas de las opciones compradas dividido dos**. Al igual que la relación anterior, el no cumplimiento de la misma implica que existe la posibilidad de arbitrar las opciones y obtener un beneficio libre de riesgo. Esta es una relación aplicable a la estrategia Butterfly. Recordemos que la estrategia llamada Butterfly,implica combinar opciones de precios de ejercicio diferentes, comprando y vendiendo las mismas. En estos casos nos estamos refiriendo a opciones con el mismo activo subyacente y con un mismo vencimiento. Generalmente se suele llamar a esta estrategia, estrategia de precios estables, o sea que, se espera que el precio del futuro no varíe demasiado.

Podemos construir una estrategia Butterfly con calls o puts. Con calls, la creamos mediante la compra de un call a un precio de ejercicio relativamente bajo, la compra de otro call a un precio de ejercicio relativamente alto y la venta de dos calls a un precio de ejercicio intermedio entre los dos anteriores, estos últimos generalmente cercanos al precio futuro subyacente. También podemos armar una estrategia Butterfly con una combinación de puts, en este caso debemos comprar un put con un precio de ejercicio relativamente bajo, comprar otro put con a un precio de ejercicio relativamente alto y vender dos puts a un precio de ejercicio intermedio entre los dos anteriores. La estrategia Butterfly alcanza su mayor beneficio cuando el precio de futuro permanece estable, es decir, cerca del precio de ejercicio de las opciones vendidas. Esta es una estrategia con una ganancia limitada pero las pérdidas están acotadas también.

4.2.1.- Ejemplo de Butterfly con Calls:

Supongamos que en ROFEX tenemos las siguientes cotizaciones:

Futuro de ISR 05/03 cotiza a 160 U$S.

Call de ISR 05/03 con un precio de ejercicio de 160 U$S, prima 8 U$S.

Call de ISR 05/03 con un precio de ejercicio de 165 U$S, prima 5 U$S.

Call de ISR 05/03 con un precio de ejercicio de 170 U$S, prima 1 U$S.

En este caso vamos a construir el Butterfly con calls. Para ello compramos el call cuyo precio de ejercicio es U$S 160, vendemos dos calls a un precio de ejercicio de U$S 165 y compramos otro call con un precio de ejercicio de U$S 170.

El flujo de fondos al inicio de nuestra inversión es positivo e igual a U$S 1. Al analizar la relación de no arbitraje vemos que la misma no se cumple. La prima de la opción vendida (U$S 5) es mayor a la suma de las primas de las opciones compradas dividido dos (U$S 4,5). Al igual que en el caso anterior, existe la posibilidad de arbitrar las opciones y obtener un beneficio.

Al analizar la dinámica del Butterfly, vemos que la ganancia máxima que se puede obtener (U$S 6) se da cuando el precio del futuro es de U$S 165, que es el precio de ejercicio de las opciones lanzadas. Por otro lado, la causa de que la relación de no arbitraje no se cumple, no tenemos una pérdida máxima sino una ganancia mínima de U$S 1. La misma se obtiene cuando el precio del futuro es menor a U$S 165 o mayor a U$S 170, siendo ambos los precios de ejercicio de las opciones compradas. Esta estrategia alcanza su máximo beneficio cuando el precio del futuro se mantiene relativamente estable, es decir, cercano al precio de ejercicio de las opciones vendidas, esto es U$S 165. Pero si el mercado sube o baja también obtendremos un resultado positivo con lo cual nuestra ganancia se encuentra asegurada.

4.3.- Estrategia III

Una tercera relación de no arbitraje establece que: **La suma de las primas de las opciones compradas debe ser mayor a la suma de las primas de las opciones vendidas.** Al igual que en los casos anteriores el no cumplimiento de de la relación de no arbitraje da lugar a la obtención de un beneficio libre de riesgo por medio del arbitraje de opciones. En este caso desarrollaremos la estrategia denominada Cóndor, la cual consiste en una estrategia de especulación de bajo riesgo y para su construcción supone la combinación de cuatro opciones con cuatro precios de ejercicios distintos y un mismo vencimiento.

Podemos armar una estrategia Cóndor con puts o con calls. Con Calls, la armamos mediante la compra de un call con un precio de ejercicio relativamente bajo, de otro call con un precio de ejercicio relativamente alto y la venta de dos calls con precios de ejercicio diferentes e intermedios al de los calls comprados. Con puts, lo creamos con la compra de un put con un precio de ejercicio de ejercicio relativamente bajo, la compra de otro put con un precio de ejercicio relativamente alto y la venta de dos puts con precios de ejercicio diferentes e intermedios al de los puts comprados.

Esta es una estrategia donde las ganancias y las pérdidas estás limitadas. La máxima ganancia se produce cuando el precio del futuro se mantiene estable entre los precios de ejercicio de las opciones vendidas. Y las pérdidas están limitadas aunque el mercado suba o baje.

4.3.1.- Ejemplo de Cóndor con Calls:

Supongamos que en ROFEX tenemos las siguientes cotizaciones:

Futuro de ISR 05/03 cotiza a 150 U$S.

Call de ISR 05/03 con un precio de ejercicio de 150 U$S, prima 10 U$S.

Call de ISR 05/03 con un precio de ejercicio de 160 U$S, prima 8 U$S.

Call de ISR 05/03 con un precio de ejercicio de 170 U$S, prima 6 U$S.

Call de ISR 05/03 con un precio de ejercicio de 180 U$S, prima 3 U$S.

En nuestro caso, armamos el cóndor con calls para lo cual debemos comprar el call cuyo precio de ejercicio es U$S 150 y el call cuyo precio de ejercicio es U$S 180. Simultáneamente, debemos vender dos callas con precios de ejercicios intermedios al de los comprados, uno con precio de ejercicio de U$S 160 y el otro de U$S 170.

El flujo de fondos al inicio de nuestra inversión es positivo igual a U$S 1. Al analizar la dinámica que representa al Cóndor podemos ver que la máxima ganancia a obtener (U$S 11) se produce cuando el precio del futuro se mantiene entre U$S 160 y U$S 170, o sea, los precios de ejercicio de las opciones lanzadas.

En nuestro caso la pérdida máxima se transforma en una ganancia mínima ya que no se cumple con la relación de no arbitraje. Esta mínima ganancia (U$S 1) se obtiene cuando el precio del futuro es menor a U$S 150 y mayor a U$S 180, ambos son los precios de ejercicio de las opciones compradas. Este mínimo beneficio es igual al flujo de fondo al inicio (U$S 1). En esta estrategia la ganancia máxima (U$S 11) se obtiene si el precio del futuro se mantiene estable, cercano a los precios de ejercicio de las opciones lanzadas (entre U$S 160 y U$S 170). Pero si el mercado sube o baja también obtendremos un resultado positivo (U$S 1), por lo que nuestra ganancia está asegurada.

5.- Conclusiones:

En este trabajo nos hemos centrado en la utilización del derivado financiero conocido como OPCION, el cual es de gran uso en los mercados financieros norteamericanos y europeos. La aplicación de este instrumento requiere de la utilización de modelos matemáticos, sin embargo, hemos tratado de presentar esta temática de una manera didáctica, de forma tal que se pueda comprender los alcances de esta herramienta financiera.

También hemos delineado algunas estrategias, analizando un determinado contexto. Si el mercado se desenvuelve de acuerdo a las predicciones hechas, podremos mantener las posiciones tomadas hasta el vencimiento de las mismas, pero si el contexto es cambiante debemos seguir día a día la evolución del mercado, replanteando nuestros objetivos como inversionistas y debemos modificar las estrategias tomadas dentro de lo que nos permiten las herramientas del mercado a término. Finalmente es importante destacar que en este artículo se ha puesto énfasis en brindar una mirada general e introductoria al posicionamiento de activos financieros y no en desarrollar a fondo una estrategia específica para un sector específico.

6.- Agradecimientos: El autor quiere expresar su agradecimiento al profesor Ph.D. Germán Fermo (UTDT) por sus valiosos comentarios referidos a las técnicas de valoración de opciones aplicadas a los mercados financieros.

BIBLIOGRAFÍA

- Best, P. W. *Implementing Value at Risk (Wiley Series in Financial Engineering),* John Wiley, 1999.
- Bouchaud, J. P. and Potters M. *Theory of Financial Risks. From Statistical Physics to Risk Management,* Cambridge University Press, UK, 2001.
- Campbell, Lo and Mackinlay*The Econometrics of Financial Markets,* Princeton University Press, 1996.
- Chen, Ren-Raw. *Understanding and Managing Interest Rate Risks,* Series in Mathematical Finance, Volumen 1, 1996.
- Cochrane, J. *Asset Pricing, Revised ed.*, Princeton University Press, 2005.
- Galitz, L. C. *Financial Engineering. Tools and Techniques to Manage Financial Risk,* Irwin, 1995.
- Huang and Litzenberger. *Foundation for Financial,* North Holland, 1998.
- Hull, J. C. *Options, Futures and Other Derivatives,* Pearson and Prentice-Hall, 8ª. ed., 2011.
- Kolb, R. *Understanding futures Markets,* Kolb Publication Company, 1997.
- Subrahmanyam, H. M. *Financial Risk and Derivatives,* Springer, 2006.
- Shreve, S. S*tochastic Calculus for finance,* Springer, 2004.
- Wilmott, Howison and Dewynne. *The Mathematics of Financial Derivatives. A Student Introduction,* Cambridge, 2000.
- Zopounidis, C. *Operational Tools in the Management of Financial Risks,* Nov. 1997.

INFORMES ECONÓMICOS de:

BBVA Research, UTDT, UCA, Mercado ROFEX.