

5. La volatilidad es independiente del precio del contrato subyacente.
6. A lo largo de periodos de tiempo reducidos, las variaciones porcentuales del precio de un contrato subyacente se distribuyen normalmente, lo que da lugar a una distribución lognormal de los precios subyacentes al vencimiento.

Es posible que el lector ya tenga una opinión sobre la validez de estos supuestos, pero considerémoslos uno por uno.

Los mercados no tienen fricciones

En [el capítulo 8](#) llegamos a la conclusión obvia de que los mercados no están exentos de fricciones. El contrato subyacente no siempre puede comprarse o venderse libremente; a veces hay consecuencias fiscales; un comerciante no siempre puede pedir y prestar dinero libremente, ni al mismo tipo de interés; y siempre hay costes de transacción.

En los mercados de futuros, el subyacente no siempre puede comprarse o venderse libremente porque una bolsa puede fijar un límite de precio diario por encima del cual no se permite negociar un contrato de futuros. Cuando se alcanza ese límite, el mercado se bloquea y la negociación se detiene hasta que el mercado supera el límite. Si no se supera, la negociación no se reanuda hasta el siguiente día hábil.

Incluso si un mercado de futuros está bloqueado, puede ser posible que un operador eluda la restricción de negociación. En lugar de comprar o vender contratos de futuros, el operador puede operar en el mercado al contado. O puede negociar un diferencial de futuros en el que uno de los lados del diferencial no esté bloqueado. Por ejemplo, un operador que quiera comprar un contrato de futuros de junio que esté por encima de su límite permitido puede comprar un diferencial junio/marzo (es decir, comprar junio, vender marzo). Si el contrato de futuros de marzo sigue negociándose porque no ha superado su límite, el operador puede volver al mercado y recomprar el contrato de futuros de marzo. Esto le deja largo en un contrato de futuros de junio, que era su intención original. Si el mercado de futuros subyacente está bloqueado, pero el mercado de opciones no lo está, el operador puede comprar o vender contratos de futuros sintéticos.

La negociación también puede detenerse en una bolsa si un índice bursátil designado sube o baja durante un día de negociación en una cantidad predeterminada. Cuando se alcanza este límite, la bolsa interrumpe la negociación durante cierto tiempo. *Los disyuntores de* la bolsa especifican cuánto tiempo se detendrá la negociación para un cambio porcentual determinado en un índice bursátil.

En el [capítulo 2](#), señalamos que una bolsa o autoridad reguladora puede colocar

restricciones a la venta en corto de acciones, es decir, la venta de acciones que un operador no posee realmente. Incluso si las ventas en corto están permitidas, puede haber restricciones sobre cuándo pueden realizarse. Si un operador no puede vender acciones libremente, los precios de las opciones de venta tenderán a inflarse en comparación con los precios de las opciones de compra, y las relaciones de arbitraje, como las conversiones y las reversiones, parecerán estar mal valoradas. Muchos operadores de opciones sobre acciones, como buena práctica de negociación, intentarán tener algunas acciones largas estar siempre posición de vender acciones si surge la necesidad.

La suposición de que un operador siempre puede pedir o prestar dinero libremente es una debilidad más grave de los modelos de fijación de precios. Aunque un operador disponga de fondos suficientes para iniciar una operación, puede encontrarse más adelante con que necesita fondos adicionales para cumplir los requisitos de margen.⁽²⁾ Si el dinero estuviera disponible libremente, el margen

nunca sería un problema. Un comerciante siempre podría pedir prestado dinero de margen y depositar el dinero en la cámara de compensación. Como se supone que los tipos de interés del préstamo y del empréstito son los mismos, y como la cámara de compensación, en teoría, paga intereses por el depósito de margen, nunca habría problemas para obtener dinero de margen, ni habría nunca un coste asociado al mismo.

En el mundo real, los operadores no disponen de una capacidad de préstamo ilimitada. Si un operador no puede cumplir un requisito de margen, puede verse obligado a liquidar una posición antes del vencimiento. Dado que todos los modelos, incluso los que permiten el ejercicio anticipado, asumen que un operador siempre tendrá la opción de mantener una posición hasta el vencimiento, la incapacidad de cumplir los requisitos de margen y, por tanto, de mantener la posición, puede hacer que los valores generados por el modelo teórico de fijación de precios sean menos fiables. Un operador experimentado siempre debe considerar el riesgo de una posición no sólo en términos de cuánto puede perder la posición en total, sino también en términos de cuánto margen puede ser necesario para mantener la posición a lo largo del tiempo.

Aunque un operador tenga una capacidad de préstamo ilimitada, el hecho de que para la mayoría de los operadores los tipos de interés de préstamo y de empréstito no sean los mismos también puede causar problemas con las estrategias basadas en valores generados por modelos. Un operador que toma prestado dinero del margen a un tipo casi seguro que recibirá un tipo inferior cuando deposite este dinero en la cámara de compensación. La diferencia entre estos tipos es algo que el modelo desconoce. Y cuanto mayor sea la diferencia entre los tipos deudor y acreedor, menos fiables serán los valores generados por el modelo.

Aunque a veces hay consideraciones fiscales, para la mayoría de los operadores suelen ser secundarias. Para una estrategia determinada, es poco probable que un operador se pregunte: "Si esta operación es rentable o no, ¿cuáles serán las consecuencias fiscales?". Las diferencias en las consecuencias fiscales rara vez hacen que una estrategia sea mejor que otra.³

Por último, la suposición de que no hay costes de transacción es un grave defecto de la hipótesis de los mercados sin fricciones. Aunque una estrategia puede verse o no afectada por consideraciones fiscales o de tipos de interés, siempre hay costes de transacción. Estos costes pueden venir en forma de comisiones de corretaje, de compensación o de afiliación a una bolsa. Para algunos participantes en el mercado, los costes de transacción pueden ser prohibitivos en , y una estrategia que parece sensata sobre la base de valores generados por modelos puede no merecer la pena cuando también se tienen en cuenta los costes de transacción. Además, los costes de transacción pueden acumularse no sólo cuando se inicia o liquida la estrategia, sino también cada vez que se realiza un ajuste. Si una estrategia va a requerir muchos ajustes porque tiene una gamma alta y el operador pretende permanecer aproximadamente neutral en delta, los costes de transacción pueden tener un impacto significativo en los valores generados por el modelo.

Los tipos de interés son constantes durante la vida de una opción

Cuando un operador introduce un tipo de interés en un modelo de fijación de precios, el modelo asume que este tipo se aplica a todas las transacciones durante toda la vida de la opción. Cualquiera que sea el flujo de caja resultante de una operación de opciones, se invertirá, si es un crédito, o se tomará prestado, si es un débito, a un tipo constante. En realidad, muy pocos operadores inician una operación y se limitan a mantener la posición hasta el vencimiento. A medida que los operadores inician nuevas posiciones o cierran las existentes, están constantemente pidiendo y prestando dinero. Además, en los mercados de opciones sobre futuros, los operadores están sujetos a requisitos cambiantes en materia de márgenes y variaciones. Por todas estas razones, la mayoría de los operadores necesitan un grado de liquidez en efectivo que es incompatible con el a un tipo fijo durante largos periodos de tiempo. Para conseguir la liquidez necesaria, los operadores suelen financiar su actividad de negociación pidiendo prestado o prestando a su empresa de compensación a un tipo de interés variable. La empresa de compensación actúa como un banco, informando al operador del tipo o tipos efectivos que se aplican en un día determinado.

Incluso si un operador consigue negociar un tipo fijo durante un cierto periodo de tiempo, sigue existiendo el problema de determinar cuál de los distintos tipos se aplica: si el operador toma dinero prestado (tipo deudor), si presta dinero (tipo acreedor) o si recibe intereses por una posición corta en acciones (descuento por acciones cortas). En este último caso, el tipo que reciba el operador dependerá a menudo de la dificultad de tomar prestadas las acciones.

Aunque la variación de los tipos de interés hará variar el valor de la posición en opciones de un operador, los tipos de interés tienden a ser un riesgo menor para la mayoría de los operadores, al menos

para estrategias de opciones a corto plazo. La repercusión de las variaciones de los tipos de interés depende del plazo de vencimiento. Dado que la mayoría de las opciones negociadas de forma activa tienden a ser a corto plazo, con vencimientos inferiores a un año, los tipos de interés tendrían que cambiar drásticamente para tener un impacto en cualquiera de las opciones, salvo en las más in-the-money. Las variaciones de los tipos de interés son aún menos preocupantes si se tiene en cuenta que el valor de las opciones es mucho más sensible a las variaciones precio del instrumento subyacente o a las variaciones de la volatilidad.

Esto no quiere decir que un operador deba ignorar por completo el riesgo de tipos de interés. Especialmente en el caso de las opciones sobre acciones, el aumento de los tipos de interés eleva el precio a plazo, lo que aumenta el valor de las opciones de compra y reduce el de las opciones de venta. Las opciones más sensibles a este cambio son las opciones a largo plazo muy in-the-money. Estas opciones son las más sensibles a los tipos de interés, como reflejan sus elevados valores rho. Ahora que muchas bolsas cotizan opciones a largo plazo, el operador debe ser consciente del impacto de la variación de los tipos en dichas opciones. [La Figura 23-1](#) muestra el efecto de la subida de los tipos de interés en las opciones sobre acciones a largo plazo. [La Figura 23-2](#) muestra el efecto sobre los valores rho de las opciones sobre acciones a medida que aumentamos el tiempo hasta el vencimiento.

Figura 23-1 Valores teóricos según varíen los tipos de interés.

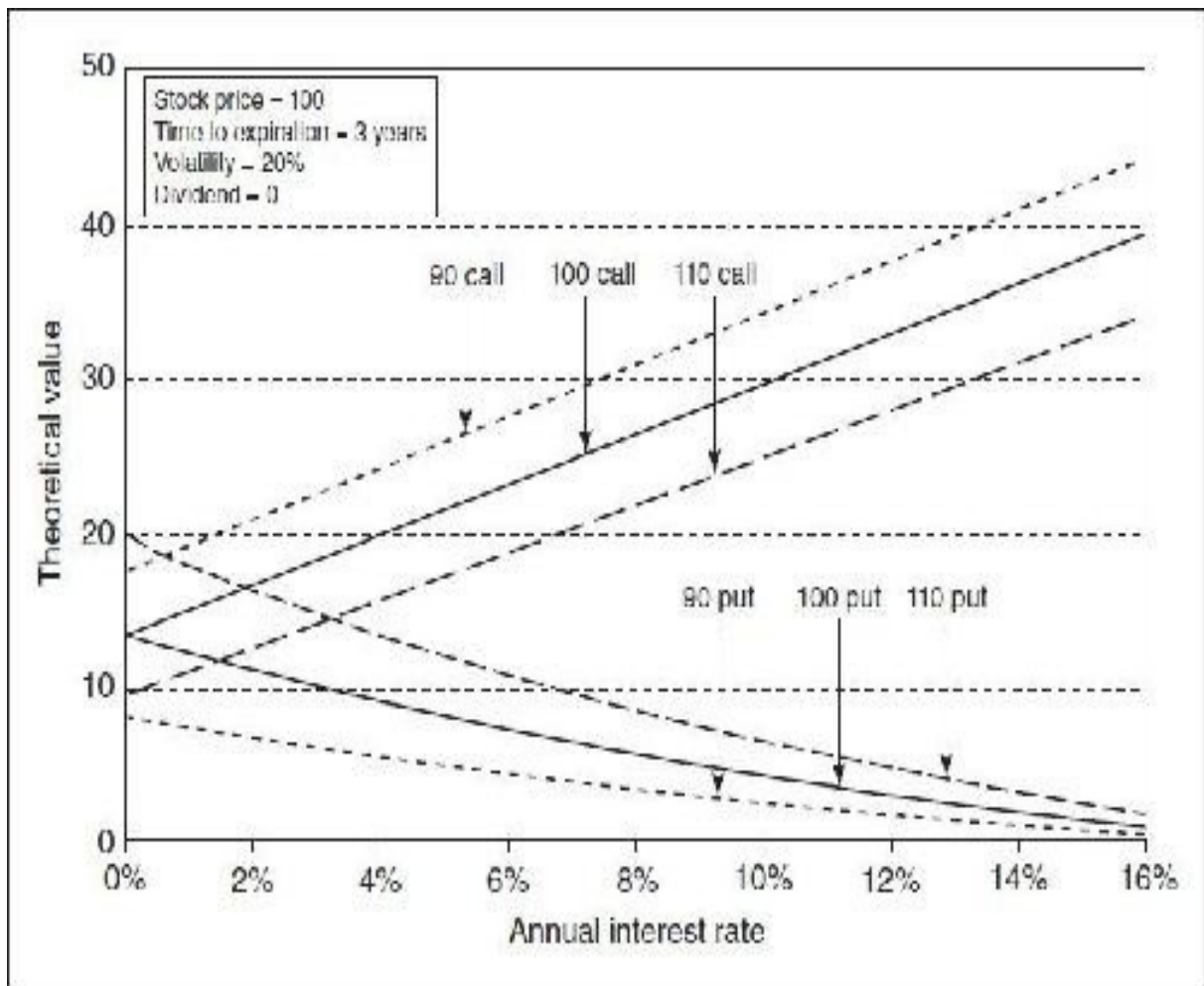
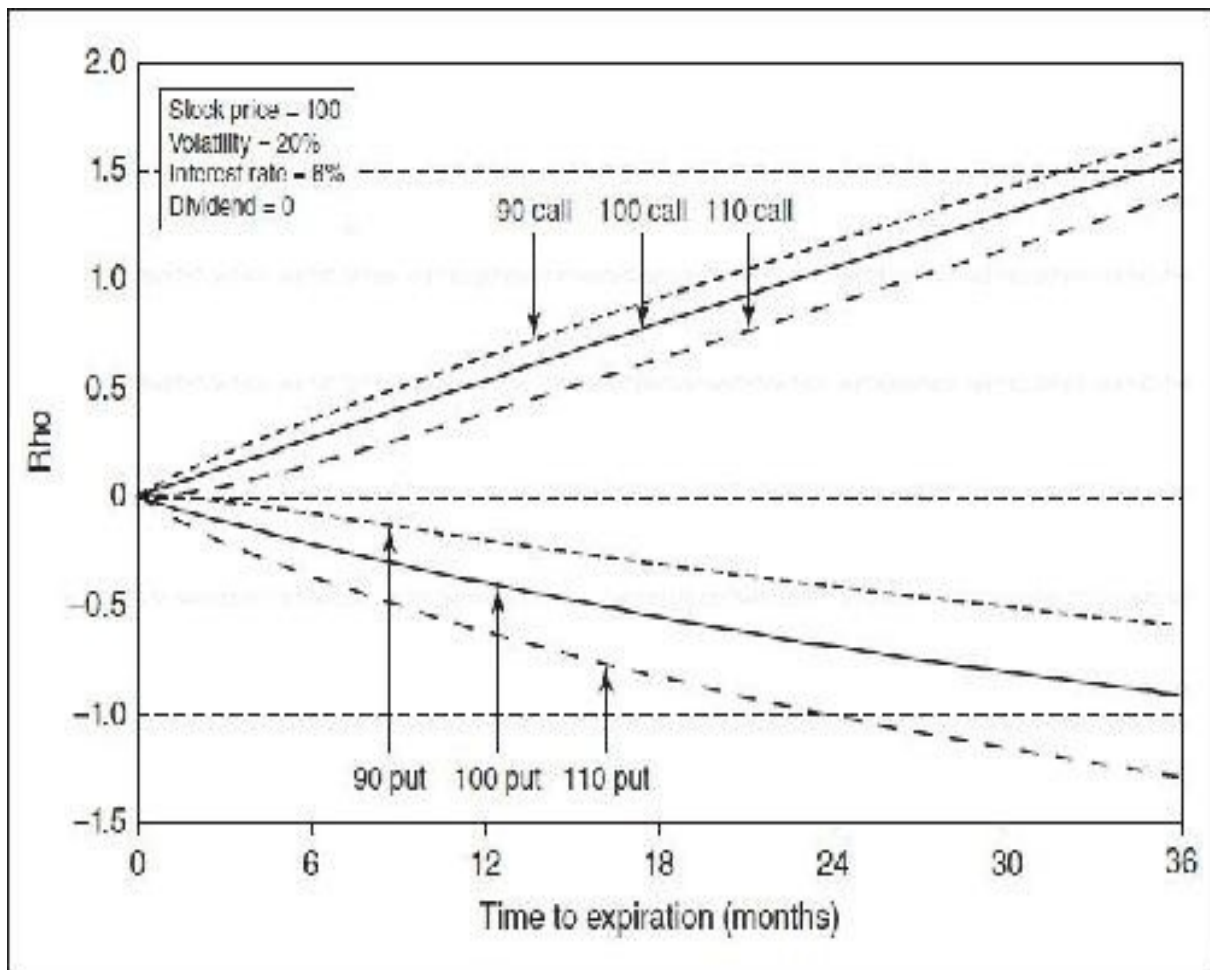


Figura 23-2 Valores de Rho según cambia el tiempo hasta la expiración.



La volatilidad es constante durante la vida de la opción

Cuando un operador introduce una volatilidad en un modelo teórico de fijación de precios, está especificando la magnitud y la frecuencia de los cambios de precio que se producirán a lo largo de la vida de la opción. Dado que se supone que estos cambios de precio se distribuyen normalmente, el modelo reconoce que habrá un cierto número de desviaciones estándar de uno, dos, tres, etc., y que estas ocurrencias se distribuirán uniformemente a lo largo de la vida de la opción. Los cambios de precio de dos desviaciones estándar se distribuirán uniformemente entre los de precio de una desviación estándar; los cambios de precio de tres desviaciones estándar se distribuirán uniformemente entre los cambios de precio de una y dos desviaciones estándar; y así sucesivamente.

En el mundo real, sin embargo, es poco probable que las variaciones de precios se distribuyan de manera uniforme. A lo largo de la vida de una opción, un operador encontrará periodos de alta volatilidad, en los que predominarán las grandes variaciones de precios, junto con periodos de baja volatilidad.

volatilidad, donde dominan las pequeñas variaciones de precios. La combinación de estos periodos de alta y baja volatilidad dará como resultado una sola volatilidad. Pero a un modelo teórico de fijación de precios le es indiferente cómo se desarrolle la volatilidad. El modelo ve una volatilidad y evalúa las opciones en consecuencia.

[Las figuras 23-3 y 23-4](#) son gráficos de barras diarios de máximos, mínimos y cierres para un contrato subyacente hipotético durante un periodo de 80 días de negociación. Ambos gráficos de barras representan exactamente la misma volatilidad realizada de cierre a cierre durante el periodo en cuestión, el 28%. Pero el orden en que se desarrolla la volatilidad es diferente. [En la Figura 23-3](#), la volatilidad es claramente decreciente, con mayores cambios de precios al principio del periododías y menores cambios de precios al final del periodo. [En la Figura 23-4](#), ocurre lo contrario. La volatilidad aumenta, las de precios menores de 80 variacionessonal principio y mayores al final. Es posible que el lector ya haya adivinado que los gráficos son, de hecho, imágenes especulares entre sí y que, por lo tanto, deben representar la misma volatilidad. Aunque la volatilidad se desarrolle en dos escenarios completamente diferentes, en ambos casos, un modelo de fijación de precios utilizará la misma volatilidad, el 28%, para realizar todos los cálculos.

Figura 23-3 Volatilidad descendente.

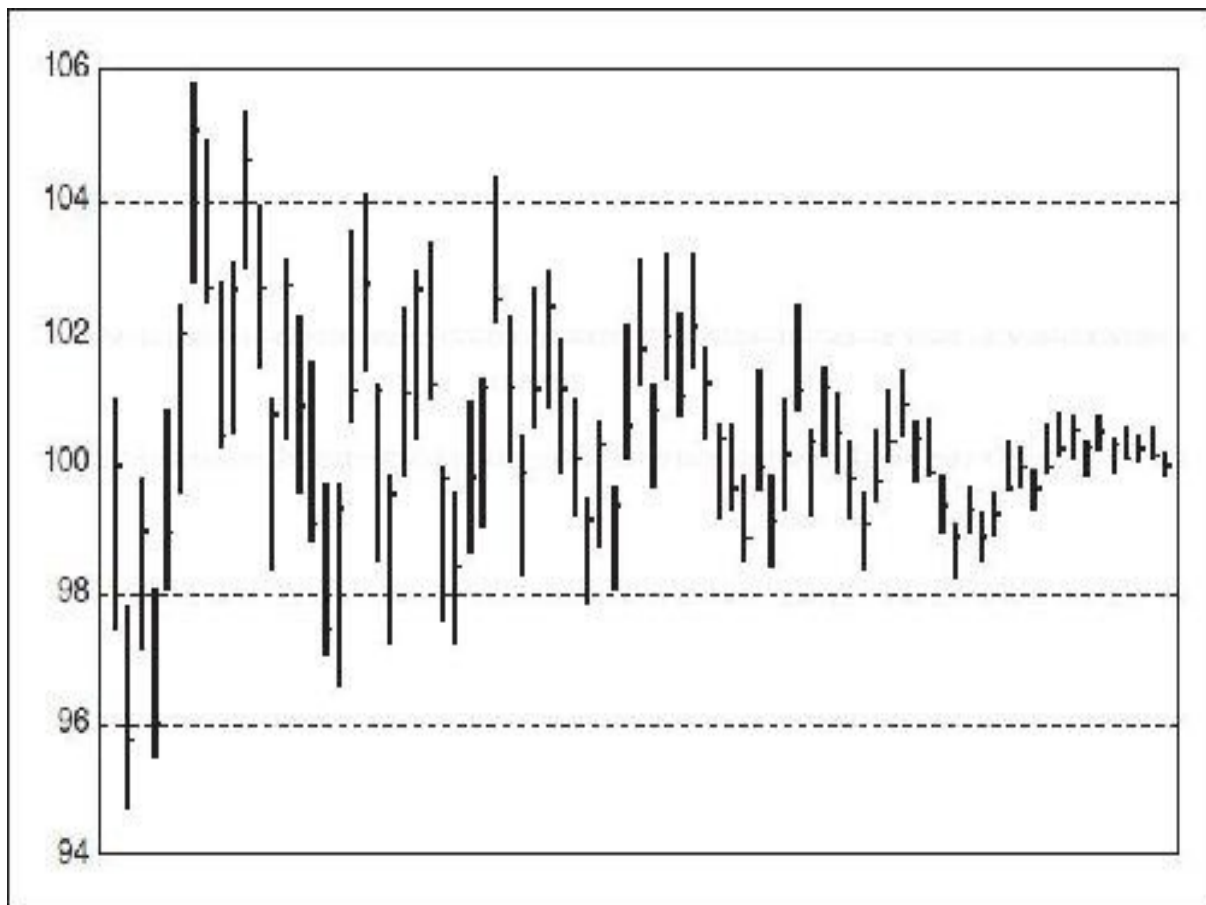
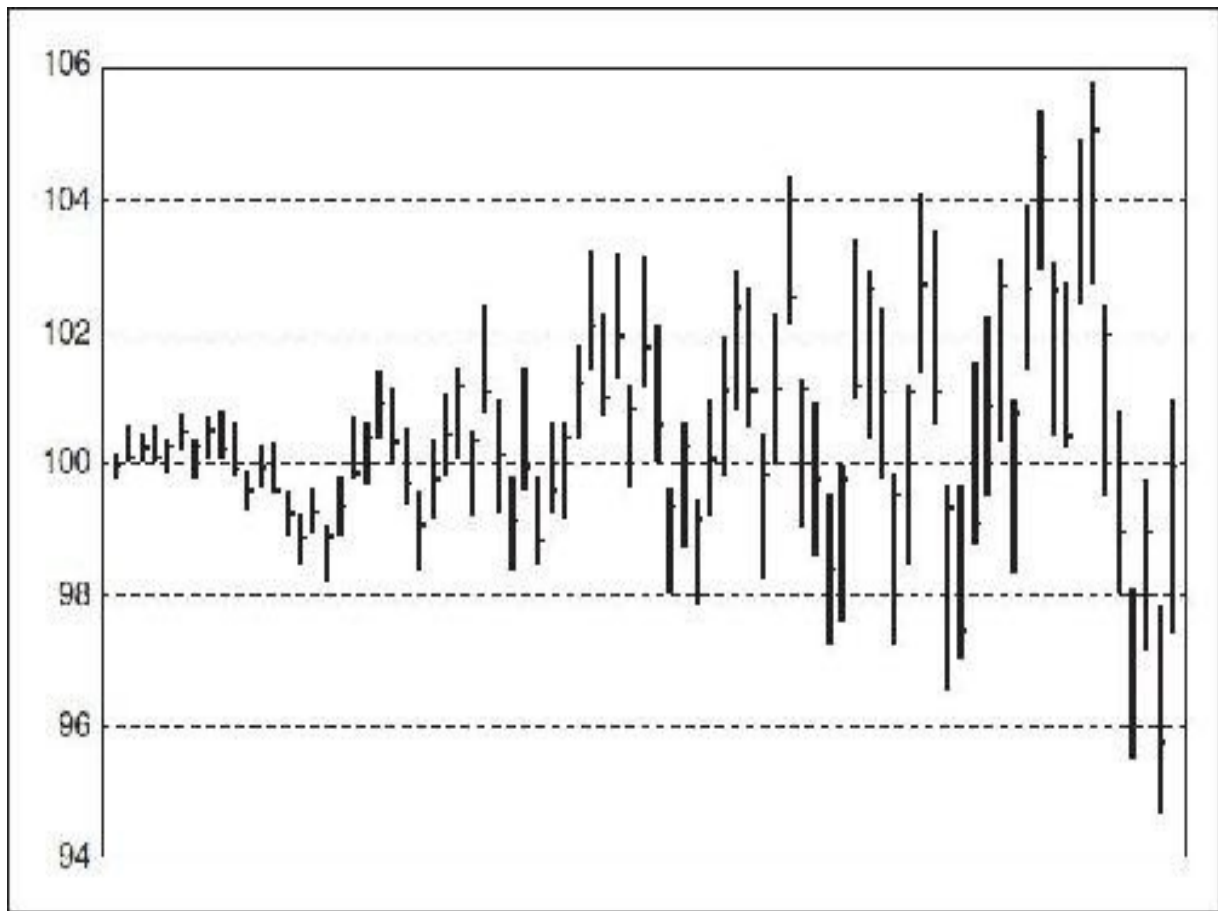


Figura 23-4 Aumento de la volatilidad.



En ambas [figuras 23-3](#) y [23-4](#), el precio inicial y final es 100. Supongamos que un operador compra un straddle de 100 y asume, correctamente, una volatilidad del 28%. ¿Cuánto debería valer este straddle? Para simplificar el ejemplo, supongamos que faltan 80 días naturales para el vencimiento y que todos los días son hábiles (por tanto, no hay fines de semana ni festivos). Para centrarnos sólo en la volatilidad, supongamos también que el tipo de interés es 0. Con estos supuestos, el modelo Black-Scholes generará un valor para la opción de compra y de venta de 100 de 5,23, lo que supone un valor total de la straddle de 10,46.

Como alternativa, supongamos que calculamos el valor de la opción de compra y de venta de 100 ejecutando una simulación del proceso de cobertura dinámica. Utilizando el precio de cierre de cada día, el número de días restantes hasta el vencimiento y una volatilidad conocida del 28%, podemos calcular la delta al final de cada día de negociación. A continuación, podemos comprar o vender el número necesario de contratos subyacentes para mantener neutral la delta. (Este es el mismo enfoque utilizado para explicar el proceso de cobertura dinámica en [el capítulo 8](#).) Los resultados de una simulación de este tipo muestran que si la volatilidad está cayendo

(Figura 23-3), las opciones de compra y venta de 100 valen 2,97 cada una, lo que da un valor total de straddle de 5,94. Pero si la volatilidad aumenta (Figura 23-4), las opciones de compra y venta de 100 valen

6,41 cada uno, para un valor total de straddle de 12,82. ¿Por qué estos valores difieren tanto del valor Black-Scholes de 10,46?

Una estrategia que se verá favorecida por una mayor volatilidad realizada, como un straddle largo, se beneficiará más si los periodos de alta volatilidad se producen cuando la gamma es mayor. La gamma alta magnificará los cambios en la delta a medida que cambie el precio subyacente, lo que se traducirá en un mayor beneficio del proceso de cobertura dinámica. Dado que el straddle 100 está esencialmente at-the-money y que la gamma de una opción at-the-money aumenta a medida que se acerca el vencimiento, cualquier aumento de la volatilidad cerca del vencimiento tendrá un impacto desproporcionadamente mayor en el valor de la opción que un aumento similar de la volatilidad al principio de la vida de la opción. En consecuencia, el escenario de volatilidad creciente aumenta el valor del straddle 100 muy por encima del valor Black-Scholes. Por supuesto, la mayor gamma cerca del vencimiento va de la mano de una mayor theta. Sin movimiento del subyacente cerca del vencimiento, la opción decaerá a un ritmo acelerado. Por lo tanto, el escenario de volatilidad a la baja tiene un impacto desmesuradamente negativo en el valor de la straddle de 100, haciendo que el valor caiga por debajo del valor Black-Scholes.

Para las opciones out-of-the-money, el efecto es justo el contrario. La gamma de una opción out-of-the-money es mayor al principio de su vida, por lo que un periodo de alta volatilidad al principio de la vida de la opción aumentará su valor. Una opción out-of-the-money valdrá más que el valor Black-Scholes previsto en un escenario de volatilidad decreciente y valdrá menos en un escenario de volatilidad creciente. Así lo confirman los resultados de una simulación de cobertura dinámica para la opción de venta de 80 y la opción de compra de 120 opciones. Con una volatilidad del 28%, los valores de Black-Scholes son de 0,21 para la opción de venta de 80 y de 0,54 para la opción de compra de 120. Si la volatilidad es negativa, la opción de venta de 80 y la opción de compra de 120 valen menos. Si, por el contrario, la volatilidad disminuye, los valores son 0,44 y 0,89. Si la volatilidad aumenta, los valores son 0,05 y 0,14.

En la Figura 23-5 se muestran los valores de las opciones en nuestros tres escenarios diferentes de volatilidad para precios de ejercicio de 70 a 130. Si el precio del activo subyacente se mantiene generalmente entre 95 y 105, las opciones con precios de ejercicio de 95, 100 y 105 valen más que el valor Black-Scholes en un mercado de volatilidad al alza y menos que el valor Black-Scholes en un mercado de volatilidad a la baja. Lo contrario ocurre con los precios de ejercicio inferiores a 90 o superiores a 110. Valen más en un mercado de volatilidad decreciente. Valen más en un mercado de volatilidad decreciente y menos en un mercado de volatilidad creciente.

Figura 23-5 Valores de las opciones en tres escenarios diferentes de volatilidad.

Underlying price 100 Time to expiration = 80 days Interest rate = 0 Volatility = 28%														
Exercise price:		<u>70</u>	<u>75</u>	<u>80</u>	<u>85</u>	<u>90</u>	<u>95</u>	<u>100</u>	<u>105</u>	<u>110</u>	<u>115</u>	<u>120</u>	<u>125</u>	<u>130</u>
Constant volatility (Black-Scholes)	Calls:	30.01	25.06	20.21	15.62	11.48	7.98	5.23	3.22	1.87	1.03	0.54	0.27	0.13
	Puts:	0.01	0.06	0.21	0.62	1.48	2.98	5.23	8.22	11.87	16.03	20.54	25.27	30.13
	Straddle:	30.01	25.12	20.42	16.24	12.96	10.96	10.46	11.44	13.74	17.06	21.08	25.54	30.26
Falling volatility (Figure 23-3)	Calls:	30.04	25.15	20.44	16.00	11.79	7.59	2.97	2.69	2.10	1.43	0.89	0.51	0.27
	Puts:	0.04	0.15	0.44	1.00	1.79	2.59	2.97	7.69	12.10	16.43	20.89	25.51	30.27
	Straddle:	30.08	25.30	20.88	17.00	13.58	10.18	5.94	10.38	14.20	17.86	21.78	26.02	30.54
Rising volatility (Figure 23-4)	Calls:	30.00	25.01	20.05	15.21	10.75	8.97	6.41	3.36	1.29	0.41	0.14	0.05	0.02
	Puts:	0	0.01	0.05	0.21	0.75	3.97	6.41	8.36	11.29	15.41	20.14	25.05	30.02
	Straddle:	30.00	25.02	20.10	15.42	11.50	12.94	12.82	11.72	12.58	15.82	20.28	25.10	30.04
Using an interest rate of zero, the time premium for a call and put with the same exercise price must be identical. The value of the call and put will differ only by intrinsic value.														

Si una opción se mantiene hasta el vencimiento sin una cobertura delta dinámica que la acompañe, el valor de la opción depende únicamente del precio subyacente al vencimiento. El valor de la opción es independiente de la trayectoria por la que el contrato subyacente alcance su valor terminal. Pero los ejemplos anteriores dejan claro que en un mundo en el que un operador cubre dinámicamente una posición en opciones, el valor de la opción *depende de hecho de la trayectoria*. Incluso si suponemos una volatilidad única, la ruta que siga el subyacente puede tener un impacto significativo en el valor de la opción.

Dado que el valor de una opción parece depender de la trayectoria, se podría concluir que el modelo Black-Scholes no es fiable. En efecto, para escenario de recorrido aleatorio, el valor resultante del proceso de cobertura dinámico

diferirá casi con toda seguridad de un valor Black-Scholes. Pero el modelo Black-Scholes es un modelo probabilístico. Una volatilidad determinada dará lugar, *por término medio*, a un valor determinado de la opción. En nuestro ejemplo, hemos considerado sólo dos escenarios alternativos de volatilidad, en los que la volatilidad es creciente o decreciente. Pero hay un número casi infinito de trayectorias que el precio subyacente podría seguir a lo largo de la vida de una opción. Si generáramos un gran número de trayectorias de precios aleatorias, todas ellas con variaciones de precios distribuidas normalmente y con la misma volatilidad del 28%, y si a continuación simuláramos el proceso de cobertura dinámica, comprobaríamos que, por término medio, cada precio de ejercicio vale algo muy cercano al valor predicho por el modelo Black-Scholes.

Aunque el modelo Black-Scholes supone que los precios siguen un recorrido aleatorio a lo largo del tiempo con una volatilidad constante, podríamos suponer en cambio que la volatilidad es en sí misma aleatoria. Se han propuesto varios modelos que suponen *una volatilidad estocástica* y que, en algunos casos, podrían ser más adecuados que un modelo tradicional de fijación de precios. Al mismo tiempo, estos modelos añaden una dimensión adicional de complejidad a la vida de un operador y, por este motivo, su uso no está muy extendido.

Se sabe que algunos contratos, por su propia naturaleza, cambian sus características de volatilidad con el tiempo. Los productos de tipos de interés, en particular, entran en esta categoría. A medida que un bono se acerca a su vencimiento, su precio se mueve inexorablemente hacia la par. Al vencimiento, independientemente de los tipos de interés, el bono tendrá un valor fijo y conocido. Claramente, no se puede asumir que el precio del bono siga un camino aleatorio a lo largo del tiempo. Incluso si se asume que los tipos de interés se mueven aleatoriamente y que la volatilidad de los tipos de interés es constante, los instrumentos de tipos de interés cambiarán su volatilidad con el tiempo porque los instrumentos de diferentes vencimientos tienen diferentes sensibilidades a los cambios en los tipos de interés. Si tenemos en cuenta el hecho de que los tipos de interés también varían en función de los distintos vencimientos, es evidente que un modelo tradicional de tipo Black-Scholes no se adapta bien a la evaluación de estos productos. Esto ha llevado al desarrollo de modelos especiales para evaluar los instrumentos con tipos de interés.

La negociación es continua

Para modelizar los valores de las opciones, un modelo debe hacer algunas suposiciones sobre cómo cambia el precio de un contrato subyacente a lo largo del tiempo. Una hipótesis posible es que los precios siguen un *proceso de difusión continua*. Bajo este supuesto, los cambios de precio son continuos, sin que se permitan huecos entre precios consecutivos. En

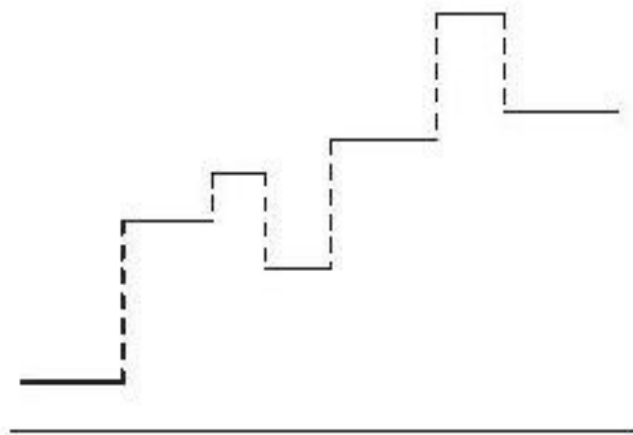
ejemplo de un proceso típico de difusión continua podrían ser las lecturas de temperatura en un lugar concreto. Aunque la temperatura puede cambiar muy rápidamente, nunca habrá lagunas. Si la temperatura es inicialmente de 25 grados, pero más tarde desciende a 22 grados, entonces en algún momento intermedio, aunque sea muy brevemente, la temperatura debe haber sido también de 24 grados y después de 23 grados.

El modelo Black-Scholes supone que el contrato subyacente sigue un proceso de difusión continua. La negociación tiene lugar 24 horas al día, 7 días a la semana, sin interrupción y sin desfases en el precio del contrato subyacente. Si un contrato se negocia a 46,05 y posteriormente a 46,08 en algún momento intermedio también debe haber cotizado, aunque sólo sea brevemente, a 46,06 y 46,07. Si se graficaran con lápiz y papel los precios de un contrato subyacente que siguen un proceso de difusión continua, nunca se levantaría el lápiz del papel. Un ejemplo de ello se muestra en [la Figura 23-6a](#).

Figura 23-6 (a) Proceso de difusión. (b) Proceso de salto. (c) Proceso de salto-difusión.



(a)



(b)



(c)

Si suponemos que el contrato subyacente sigue un proceso de difusión continuo, también podemos suponer que el proceso de cobertura dinámica puede llevarse a cabo de forma continua. Esto es fundamental para captar el valor teórico de una opción. El modelo Black-Scholes asume que una posición puede volver a cubrirse para permanecer delta neutral en cada momento posible.

Un proceso de difusión continua puede ser una aproximación razonable de cómo cambian los precios en el mundo real, pero es evidente que no es perfecto. Un contrato negociado en bolsa no puede seguir un proceso de difusión puro si la bolsa no está abierta las 24 horas del día. Al final del día de negociación, un contrato puede cerrar a un precio y abrir al día siguiente a un precio diferente. Esto provoca una brecha de precios, algo que un proceso de difusión no permite. Incluso durante el horario normal de negociación, pueden publicarse noticias cuyo impacto puede ser casi instantáneo, provocando una brecha al alza o a la baja en el precio de un contrato.

En lugar de un proceso de difusión, los precios pueden seguir un *proceso de salto*. En un proceso de salto, el precio de un contrato permanece fijo durante un periodo de tiempo y luego salta instantáneamente a un nuevo precio, donde vuelve a permanecer fijo hasta que se produce un nuevo salto. La forma en que los bancos centrales fijan los tipos de interés es típica de un proceso de salto. En Estados Unidos, cuando la Reserva Federal fija el tipo de descuento, éste permanece fijo hasta que anuncia un cambio. Entonces, el tipo de descuento salta a un nuevo nivel. Un proceso de salto típico, mostrado en [la Figura 23-6b](#), es una combinación de precios fijos y saltos instantáneos.

En el mundo real, los precios de la mayoría de los contratos subyacentes no siguen ni un proceso de difusión puro ni un proceso de salto puro. El mundo real parece ser una combinación de ambos: un *proceso de salto-difusión*. La mayor parte del tiempo, la negociación se desarrolla con normalidad, sin saltos en los precios. Sin embargo, de vez en cuando se produce un cambio inesperado en las condiciones del mercado que hace que el contrato subyacente pase instantáneamente a un nuevo precio. Este proceso se muestra en [la Figura 23-6c](#).

Si un modelo teórico de fijación de precios supone que los precios siguen un proceso de difusión cuando en realidad no es así, ¿cómo puede afectar esto a los valores generados por el modelo? Para entender el efecto de una brecha, considere un operador que vende un straddle at-the-money con el contrato subyacente cotizando a 100. ¿Cómo se sentirá el operador si el contrato subyacente sube repentinamente a 100? ¿Cómo se sentiría si el contrato subyacente subiera repentinamente a 105? Está claro que no es lo que esperaba. Un movimiento tan grande podría ir acompañado de un aumento de la volatilidad implícita, lo que también perjudicaría la posición del operador. Pero incluso si la volatilidad implícita no cambia, debido a la gamma negativa asociada con el straddle corto, el gran movimiento en el contrato subyacente claramente

trabajar en contra del comerciante. ¿qué punto será grave el daño? Si las opciones son relativamente a largo plazo, por ejemplo, un año, es poco probable que la diferencia en el precio subyacente sea el fin del mundo. Al fin y al cabo, a falta de un año para el vencimiento, el mercado subyacente podría volver a caer hasta los 100 dólares. Aunque el desfase haya perjudicado al operador, probablemente no sea desastroso. Pero, si la brecha se produce cuando queda muy poco tiempo para el vencimiento, digamos, un día, el operador se encuentra ahora en una situación mucho peor. Con sólo un día hasta el vencimiento de , no hay tiempo suficiente para que el mercado retroceda su movimiento. Las opciones de compra de 100 que el operador vendió como parte del straddle corto entrarán inmediatamente en el dinero, actuando como contratos subyacentes cortos. El straddle puede haber comenzado aproximadamente con delta neutro, pero después de la brecha, el operador se encontrará desnudo y corto de muy dentro del dinero, cada una con un delta de 100. El valor del straddle de un día de duración es de 1.000 dólares. El valor del straddle a un día aumentará drásticamente en comparación con el valor del straddle a un año.

La razón por la que el efecto del gap es mucho mayor si el straddle es a corto plazo que a largo plazo es el resultado de cómo cambia la gamma con el tiempo. Sabemos que a medida que se acerca el vencimiento, la gamma de una opción at-the-money aumenta, haciendo que la delta cambie mucho más rápidamente cuando se mueve el precio subyacente. El proceso de cobertura dinámica puede reducir parte del daño si el operador es capaz de comprar contratos subyacentes a medida que el precio subyacente sube. Pero un gap es un movimiento instantáneo; no hay oportunidad de ajustarse. La altísima gamma, combinada con la incapacidad de realizar cualquier ajuste, hace que las consecuencias del gap sean mucho más dramáticas cerca del vencimiento.

La gamma de una opción at-the-money no sólo aumenta a medida que se acerca el vencimiento, sino que también aumenta a medida que reducimos la volatilidad. En consecuencia, el impacto de un gap será mucho mayor en un mercado de baja volatilidad que en uno de alta volatilidad. Si consideramos estos dos rasgos conjuntamente, podemos concluir que las opciones at-the-money cercanas al vencimiento en un mercado de baja volatilidad se encuentran entre las opciones más arriesgadas.

[La Figura 23-7](#) muestra el cambio de valor de un straddle de 100 si el mercado sufre un gap a medida que se acerca el vencimiento. El gráfico muestra el cambio en dos escenarios de volatilidad, 15% y 25%. Obsérvese el mayor cambio en el valor del straddle cerca del vencimiento, así como el mayor cambio en un mercado de baja volatilidad.

Figura 23-7 Efecto de un gap en el valor de un straddle de 100.

Underlying price = 100						
Time to Expiration	<u>1 Day</u>	<u>1 Week</u>	<u>1 Month</u>	<u>3 Months</u>	<u>6 Months</u>	<u>1 Year</u>
Implied volatility = 15%						
Initial straddle value	0.63	1.66	3.45	5.98	8.46	11.96
Straddle gamma	101	38	18	11	8	5
Straddle value after a gap from 100 to 105	5.00	5.01	5.58	7.39	9.57	12.90
Increase in value	4.37	3.35	2.13	1.41	1.11	0.94
Implied volatility = 25%						
Initial straddle value	1.04	2.76	5.76	9.97	14.09	19.90
Straddle gamma	61	23	11	6	4	3
Straddle value after a gap from 100 to 105	5.00	5.25	7.20	10.98	14.98	20.78
Increase in value	3.96	2.49	1.44	1.01	0.89	0.88

Las opciones tienen la característica única de reajustarse automática y continuamente cambiando sus deltas a medida que varía el precio del contrato subyacente. Los compradores de opciones pagan por esta característica. Un operador que utiliza un modelo teórico de fijación de precios intenta aprovecharse de una opción mal valorada cubriendo la posición de la opción, delta neutral, con el contrato subyacente y, a continuación, realizando él mismo manualmente el proceso de reajuste a lo largo de la vida de la opción. Si un modelo asume que los precios siguen un proceso de difusión, el modelo también asume que uno puede mantener continuamente una cobertura delta neutral. Pero cuando el mercado se desfasa, se violan los supuestos en los que se basa el modelo. En consecuencia, los valores generados por el modelo pierden validez. Este problema se extiende a cualquier aplicación que intente replicar las características de las opciones mediante una cobertura continua en el mercado subyacente. Los defensores del seguro de cartera (véase [el capítulo 17](#)) sufrieron su mayor

retrocesos los días 19 y 20 de octubre de 1987, cuando el mercado registró varios movimientos con grandes gaps. Debido a estos desfases, los aseguradores de cartera no pudieron realizar ajustes continuos de delta en sus posiciones. Como consecuencia, descubrieron que el coste de la protección ofrecida por el seguro de cartera era mucho mayor de lo que habían previsto.

Para evaluar con mayor precisión las opciones, se ha propuesto una variación del modelo Black-Scholes que incluye la posibilidad de que se produzcan saltos en el precio del contrato subyacente. Este *modelo de salto-difusión*, en teoría, genera valores más precisos que los tradicionales de Black-Scholes ⁽⁴⁾ pero el modelo es considerablemente más complejo desde el punto de vista matemático y también requiere dos nuevas entradas...

el tamaño medio de un salto en el mercado subyacente y la frecuencia con la que es probable que se produzcan los saltos. A menos que el usuario pueda estimar con precisión estos nuevos datos, los valores generados por un modelo de difusión de saltos pueden no ser mejores -e incluso ser peores- que los generados por un modelo tradicional. Muchos operadores opinan que la mejor manera de compensar las deficiencias de un modelo tradicional es tomar decisiones inteligentes basadas en la experiencia comercial real, en lugar de utilizar un modelo de difusión de saltos más complejo. Suponiendo que un operador tenga una posición delta-neutral que pretenda cubrir dinámicamente, cualquier desfase tendrá un impacto negativo en un operador que tenga una posición gamma negativa, ya que el operador no tendrá la oportunidad de ajustarse a medida que se mueva el mercado. La misma brecha tendrá un impacto positivo en un operador con una posición gamma positiva porque tampoco tendrá la oportunidad de ajustarse a medida que se mueve el mercado. En este último, esto beneficia al
ventaja.

Dado que una brecha en el mercado tendrá su mayor efecto en las opciones de gamma alta, y dado que las opciones at-the-money cercanas al vencimiento tienen la gamma más alta, son estas opciones las que tienen más probabilidades de ser valoradas erróneamente por un modelo teórico tradicional de fijación de precios. En consecuencia, a medida que se acerca el vencimiento, los operadores experimentados tenderán a confiar cada vez menos en los valores generados por el modelo y más en su propia experiencia e intuición. Esto no quiere decir que en estas circunstancias un modelo carezca de valor, pero hay que hacer ajustes cuando se sabe que el modelo es incorrecto.

Como consecuencia de los desfases que se producen en el mundo real, tanto la experiencia de un operador como la evidencia empírica parecen indicar que un modelo tradicional, con su hipótesis de difusión incorporada, tiende a infravalorar las opciones en el mundo real. Si se compara la volatilidad histórica media de un mercado subyacente con la volatilidad implícita media durante largos periodos de tiempo, la volatilidad implícita media

la volatilidad es casi siempre mayor. Esto parece indicar que los compradores de opciones están pagando de más. En parte puede deberse a que los coberturistas están dispuestos a pagar una prima adicional por opciones protectoras. Pero la volatilidad implícita se deriva de un modelo teórico de fijación de precios que no incluye la posibilidad de desfases en el precio subyacente. La posibilidad de estos desfases tiende a indicar que quizá los valores de las opciones sean de hecho mayores en el mundo real de lo que predice un modelo teórico tradicional de fijación de precios.

Hemos visto que una brecha tendrá el mayor impacto en una posición de opciones cerca del vencimiento, particularmente para las opciones at-the-money porque estas opciones tienen la mayor gamma. Desde el punto de vista del riesgo, esto significa que puede ser muy peligroso vender un gran número de opciones at-the-money cerca del vencimiento porque cualquier hueco en el mercado subyacente puede tener resultados devastadores. Se recomienda a los nuevos operadores, en particular, que eviten este tipo de posiciones. Ningún gestor de riesgos apreciará, ni siquiera los operadores experimentados, la venta de un gran número de opciones at-the-money a medida que se acerca el vencimiento.

Vencimiento

Si es peligroso vender opciones at-the-money cerca del vencimiento, quizá tenga sentido adoptar la postura contraria comprando opciones at-the-money a medida que se acerca el vencimiento. Esto puede parecer contradictorio con la sabiduría convencional sobre opciones, que se centra en el rápido decaimiento temporal asociado a dichas opciones. Pero siempre hay un equilibrio entre riesgo y beneficio. Si se venden opciones at the money, la recompensa puede ser un beneficio acelerado si el mercado no se mueve (theta positivo alto), pero el riesgo es una pérdida mayor si el mercado se mueve (gamma negativo alto). Dado que el modelo no conoce la posibilidad de que se produzca una brecha en el mercado subyacente, el riesgo suele ser mayor que la recompensa. Si se venden opciones at-the-money, las pérdidas derivadas de una brecha inesperada pueden compensar con creces los beneficios resultantes de un mayor decalaje temporal. Por lo tanto, un operador experimentado puede adoptar la posición contraria comprando opciones at-the-money cerca del vencimiento.

Esto no quiere decir que cada vez que se acerque el vencimiento, un operador deba comprar opciones at-the-money. Como con cualquier estrategia, las condiciones deben hacer que la estrategia parezca atractiva. Pero dado que muchos operadores tienen la intención de vender la prima temporal a medida que se acerca el vencimiento, a menudo es posible encontrar opciones at-the-money baratas en . Supongamos que a falta de tres días para el vencimiento, la opción Black-

Scholes genera un valor de 0,75 para una opción de compra at-the-money. ¿Qué podemos decir de esta opción de compra? Aunque no sepamos el valor exacto porque desconocemos la verdadera volatilidad futura, es muy probable que en el mundo real la opción de compra valga más de 0,75 porque el modelo no conoce la posibilidad de que se produzca un gap en el mercado. Si, además, la opción de compra cotiza a un precio inferior a su valor generado por el modelo, por ejemplo, 0,65, es probable que sea una buena compra.

Como ocurre con cualquier estrategia basada en la volatilidad, el operador que compra estas opciones de compra tratará de establecer una posición delta-neutral. Debido a la relación sintética, si las opciones de compra están infravaloradas, las opciones de venta al mismo precio de ejercicio también lo estarán. Por lo tanto, una estrategia lógica podría ser la compra de straddles at-the-money. Esto permite al operador comprar tanto opciones de compra como de venta infravaloradas y beneficiarse si el mercado subyacente sube o baja.

En teoría, todas las estrategias de volatilidad, incluido un straddle a vencimiento, deberían ajustarse periódicamente para mantener la neutralidad delta. Sin embargo, cuando queda poco tiempo para el vencimiento, el modelo no sólo es poco fiable con respecto a los valores teóricos, sino también con respecto a los deltas. Dado que es imposible decir cuál es el delta correcto, también es imposible decir cuál es el ajuste correcto. Por esta razón, los operadores que compren straddles a vencimiento a menudo abandonan cualquier intento de permanecer neutrales en delta y simplemente mantienen la posición hasta el vencimiento. Puede que esta no sea la forma teóricamente correcta de gestionar una posición de volatilidad, pero dadas todas las incertidumbres asociadas a la evaluación teórica a medida que se acerca el vencimiento, puede ser una opción práctica.

Aunque un operador elija cuidadosamente sus straddles a vencimiento, la gran mayoría de las veces no se producirá ningún gap en el mercado. En cualquier caso, es más probable que el operador registre pérdidas que beneficios. Pero la preocupación principal no es el beneficio o la pérdida ⁽⁵⁾ de una sola operación, sino lo que ocurre *a largo plazo*. Volviendo al ejemplo de la ruleta [del capítulo 5](#), un jugador que elige un número en una mesa de ruleta puede esperar ganar por término medio sólo 1 de cada 38 veces. Pero, si el valor teórico de la apuesta es de 95 céntimos y el jugador puede comprar la apuesta por menos de 95 céntimos, espera ser un ganador a largo plazo. Incluso si puede pagar un precio muy bajo por la apuesta, digamos 50 céntimos, sigue esperando perder 37 de cada 38 veces. Pero ahora la es muy atractiva. Aunque sólo gane una vez de cada 38, compensará con creces las pequeñas pérdidas que sufre cada vez que pierde. La misma lógica se aplica a los straddles a vencimiento. Un operador puede perder varias veces antes de ganar. Pero cuando gana, puede esperar una rentabilidad lo suficientemente grande como para compensar con creces todas las pequeñas pérdidas.

El hecho de que un straddle at-the-money pueda ser barato no significa que un

El operador debe comprar estos straddles en grandes cantidades. Es probable que este tipo de estrategias den lugar a pérdidas con más frecuencia que a beneficios, por lo que un operador inteligente sólo debería invertir una cantidad que pueda permitirse perder. Sin embargo, cuando las condiciones son adecuadas, el operador debe estar dispuesto a invertir. Aunque pierda varias veces seguidas, a largo plazo encontrará huecos en el mercado o grandes aumentos de volatilidad con la frecuencia suficiente para que estas estrategias sean rentables.

La volatilidad es independiente del precio del contrato subyacente

Cuando un operador introduce una volatilidad en un modelo teórico de fijación de precios, la volatilidad define un cambio de precio de una desviación típica en cualquier momento de la vida de la opción, independientemente de que el contrato subyacente esté subiendo o bajando de precio. Si un contrato está actualmente a 100 y suponemos una volatilidad del 20%, una variación del precio de una desviación típica se basa siempre en esta volatilidad del 20%. Si, en un momento posterior de la vida de la opción, el contrato sube a 125 o baja a 75, la volatilidad efectiva seguirá siendo del 20%.

En muchos mercados, sin embargo, esta suposición parece no coincidir con la experiencia de la mayoría de los operadores. Si se preguntara a un operador de índices bursátiles si su mercado es más volátil cuando sube o cuando baja, probablemente respondería que es más volátil cuando baja. En cambio, si se le hiciera la misma pregunta a un operador de materias primas, probablemente respondería lo contrario. Su mercado tenderá a ser más volátil cuando suba. En otras palabras, la volatilidad de un mercado no es independiente del precio del contrato subyacente. Al contrario, la volatilidad a lo largo del tiempo parece depender de la dirección del movimiento del contrato subyacente. En algunos, un operador espera que el mercado sea más volátil si el movimiento es a la baja y menos volátil si el movimiento es al alza; en otros casos, un operador espera que el mercado sea más volátil si el movimiento es al alza y menos volátil si el movimiento es a la baja.

Dado que en algunos mercados la volatilidad parece depender de la dirección del movimiento del precio del contrato subyacente, se ha propuesto otra variación del modelo Black- Scholes. *El modo de elasticidad constante de la varianza* (CEV)⁽⁶⁾ se basa en el supuesto de que la volatilidad cambia a medida que el precio del cambios del contrato subyacente. Se sigue suponiendo que los cambios de precios son aleatorios en el

CEV, pero la volatilidad, y en consecuencia la magnitud de las variaciones de precio, varía con el precio del contrato subyacente.

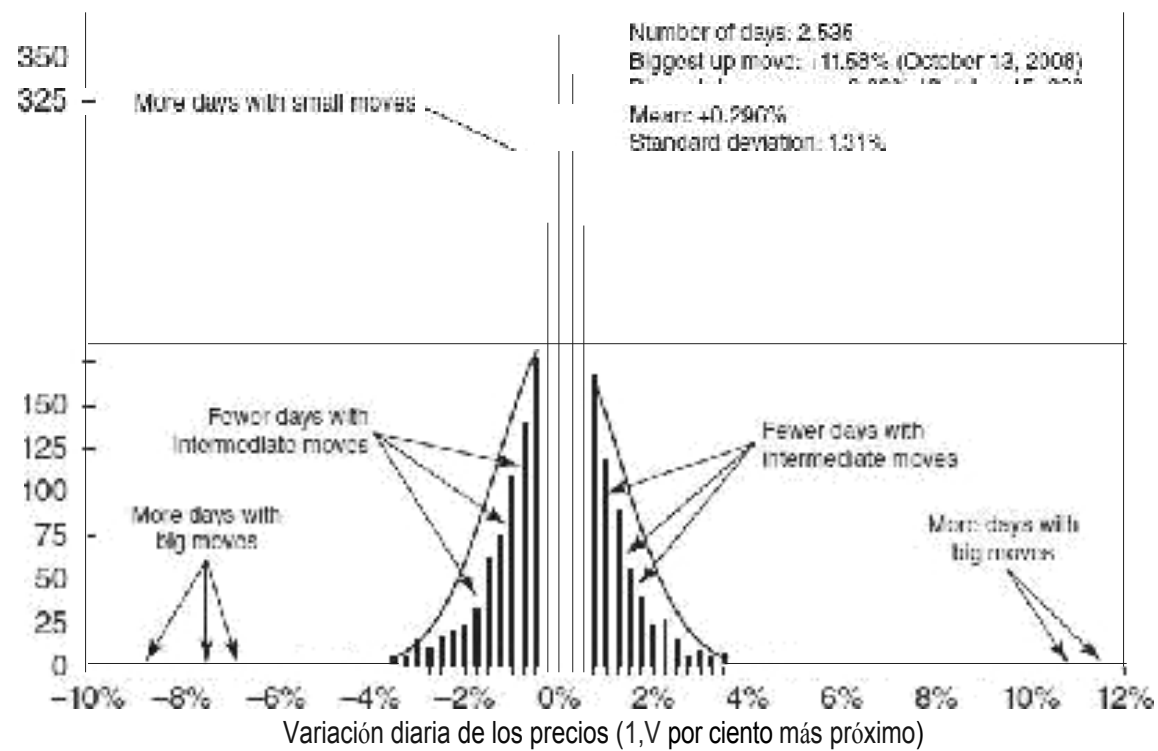
Al igual que el modelo de difusión de saltos, el modelo CEV es complejo desde el punto de vista matemático y requiere datos adicionales en forma de una relación matemática entre la volatilidad y la evolución del precio del contrato subyacente. Dadas estas dificultades, el modelo CEV no ha gozado de gran aceptación entre los operadores de opciones.

Los precios subyacentes al vencimiento tienen una distribución logarítmica normal

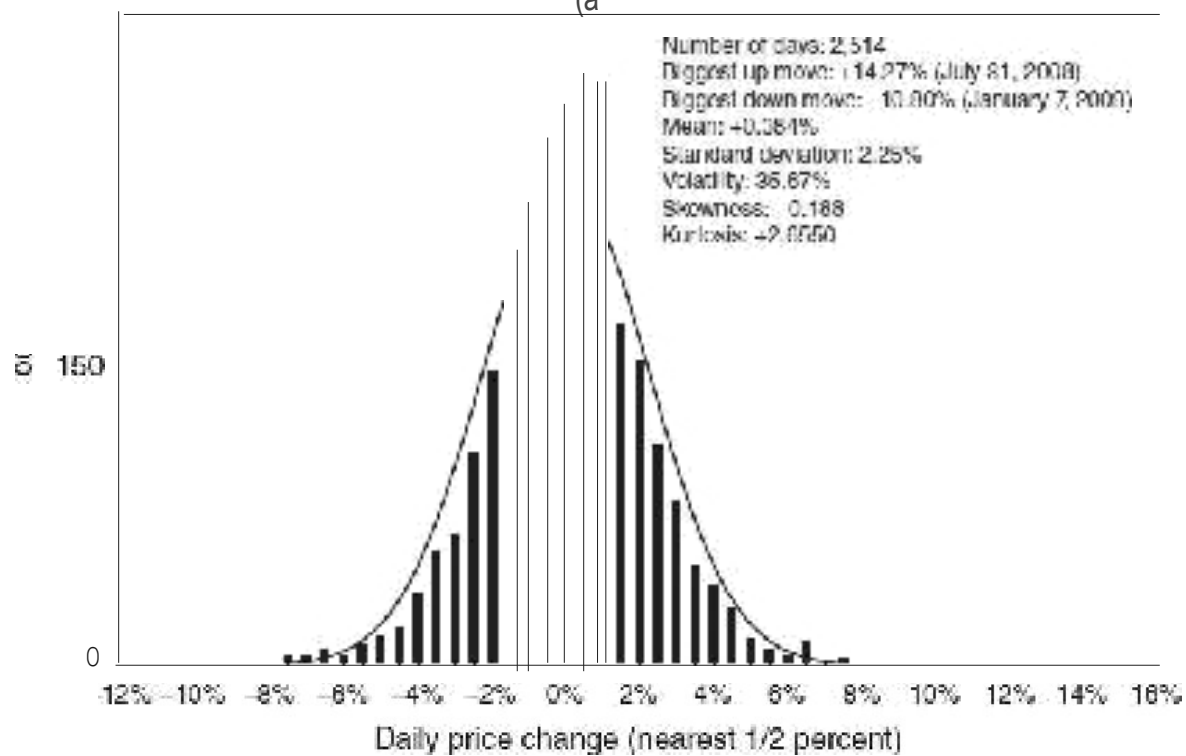
En el mundo real, ¿los precios al vencimiento forman una distribución lognormal? Podríamos intentar responder a esta pregunta preguntándonos cómo se distribuyen las variaciones porcentuales de los precios. Si esta distribución es normal, es probable que la composición continua de los cambios de precio dé lugar a una distribución lognormal de los precios.

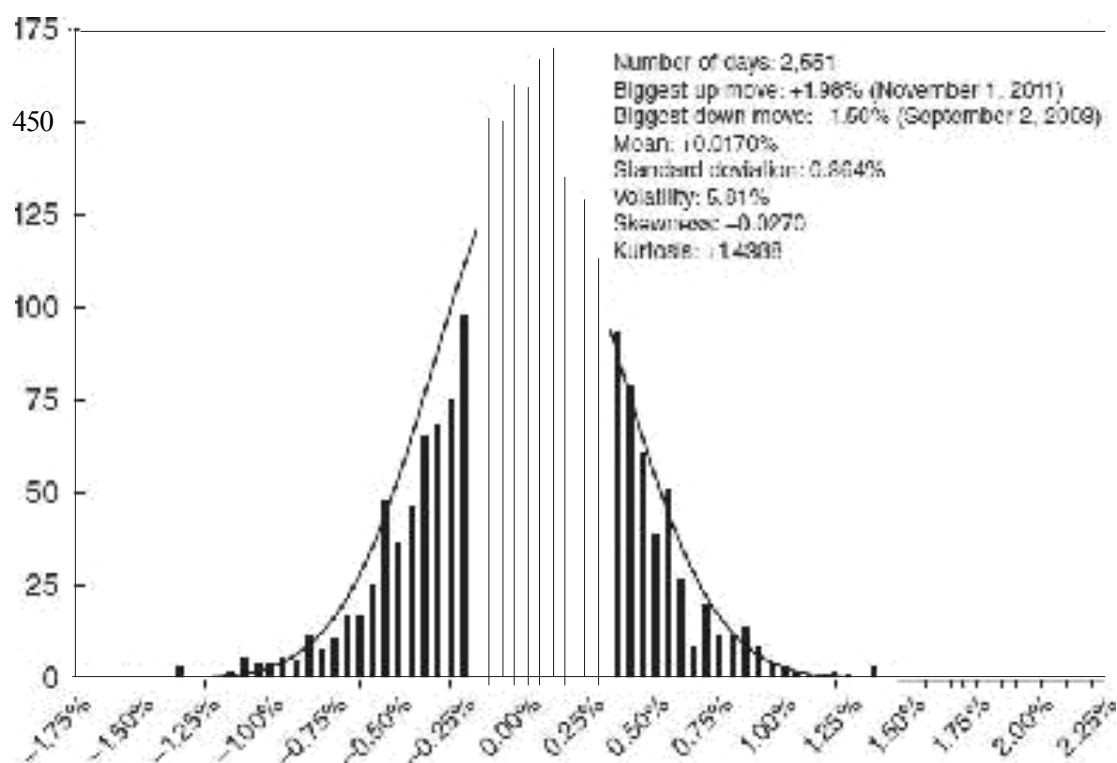
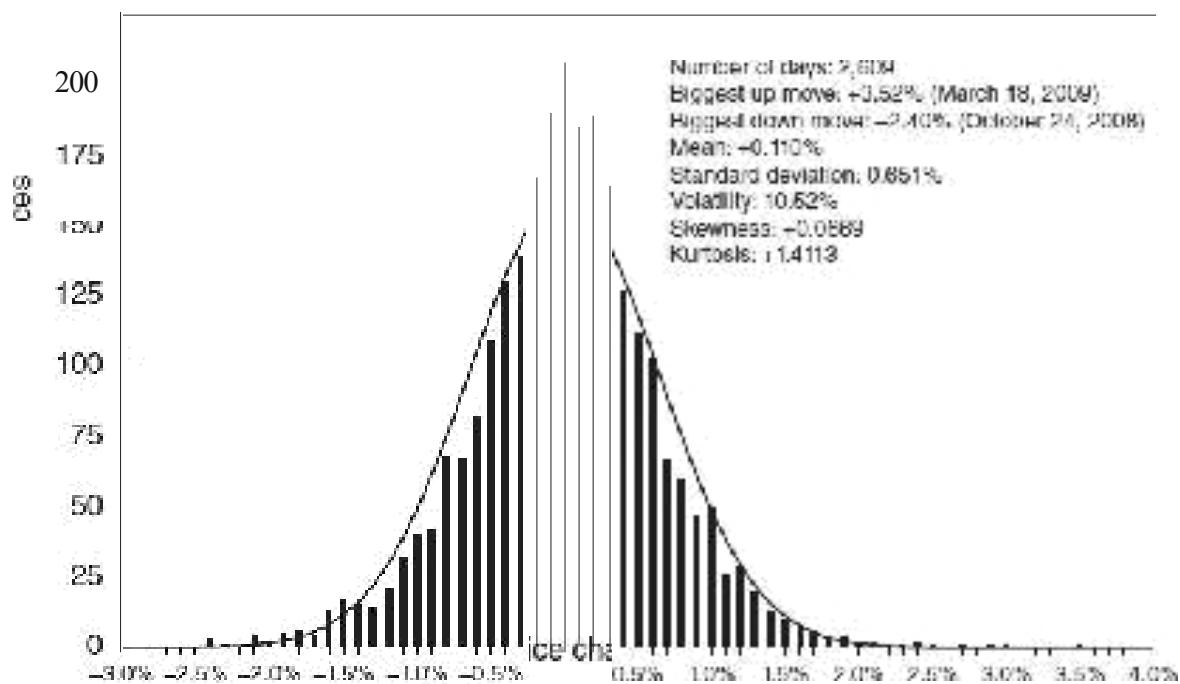
[La Figura 23-8a](#) es un histograma de las variaciones diarias de precios del índice Standard and Poor's (S&P) 500 para el periodo de 10 años comprendido entre 2003 y 2012. Cada barra representa el número de ocurrencias de un determinado cambio de precios redondeado al $\frac{1}{4}$ por ciento más cercano. Como cabría esperar, la mayoría de los cambios son relativamente pequeños y cercanos a 0. A medida que nos alejamos del 0 en cualquier dirección, encontramos cada vez menos ocurrencias. La distribución parece tener muchas de las características de una distribución normal. Pero, ¿es realmente una distribución normal y, si no lo es, en qué se diferencia de una verdadera distribución normal?

Figura 23-8 (a) Variaciones diarias de los precios del S&P 500: Enero de 2003-diciembre de 2012. (b) Variaciones diarias del precio del crudo: enero de 2003-diciembre de 2012. (c) Variaciones diarias del precio del euro (frente al dólar): enero de 2003-diciembre de 2012. (d) Variaciones diarias del precio del Bund: enero de 2003-diciembre de 2012.



(a')





Diario q arroz Ranga {nearăal .use)

Si la distribución de frecuencias se ajusta exactamente a una distribución normal, la parte superior de las barras debería coincidir exactamente con una verdadera distribución normal. Para averiguar si es así, se han calculado la media (+0,0296%) y la desviación típica (1,31%) de las 2.535 variaciones diarias de precios durante el periodo de 10 años. A partir de estas, se ha superpuesto al gráfico de frecuencias una distribución normal de ajuste óptimo. La distribución de frecuencias real es similar a la distribución normal, pero hay algunas diferencias claras. Como las barras que representan las pequeñas variaciones de precios se elevan por encima de la curva de la distribución normal, parece haber más días con pequeñas variaciones de precios de lo que cabría esperar de una verdadera normal. Aunque no son tan evidentes, también grandes variaciones de precios, o *valores atípicos*, que se elevan por encima de las colas extremas de la distribución normal. Estos valores atípicos parecen indicar que en nuestra distribución de frecuencias hay más movimientos importantes de los que cabría esperar de una distribución normal real. Por último, en las secciones intermedias, entre el pico de la distribución y las colas extremas, parece haber menos ocurrencias de las que cabría esperar.

Se podría suponer que las diferencias de [la Figura 23-8a](#) entre la distribución de frecuencias del S&P 500 y la verdadera distribución normal son del S&P 500 o una aberración del periodo de 10 años en cuestión, que incluye la crisis financiera de 2008. Sin embargo, los estudios tienden a indicar que las distribuciones de las variaciones de precios de casi todos los mercados subyacentes cotizados presentan características muy similares a la distribución del S&P 500. En efecto, siempre hay más días con movimientos pequeños que días con movimientos grandes. Siempre hay más días con movimientos pequeños, más días con movimientos grandes y menos días con movimientos intermedios de lo que predice una verdadera distribución normal. Las diferencias entre las distribuciones real y teórica también pueden observarse en otros histogramas que abarcan el mismo periodo de : el petróleo crudo ([Figura 23-8b](#)), el euro ([Figura 23-8c](#)) y el Bund ([Figura 23-8d](#)).

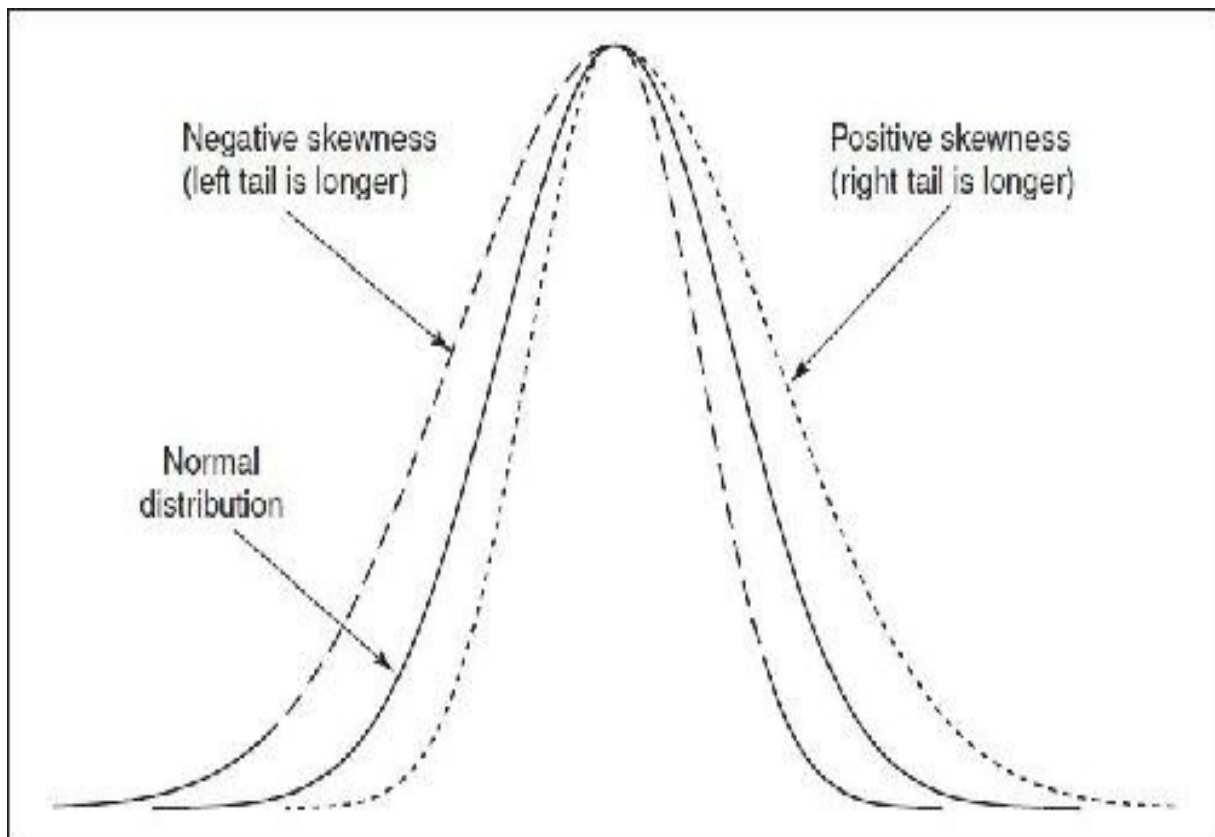
Asimetría y curtosis

Distribuciones como las de [las figuras 23-8a a 23-8d](#) son aproximadamente normales, pero aún así difieren de una verdadera distribución normal. Si uno intenta tomar decisiones basándose en las características de una distribución, puede ser saber en qué difiere la distribución real de la normal. Una distribución perfectamente normal puede describirse completamente mediante su media y su desviación típica. Pero otros dos números, *la asimetría* y *la curtosis*, se utilizan a menudo para describir el grado de

que una distribución real difiere de una distribución normal verdadera⁽⁷⁾

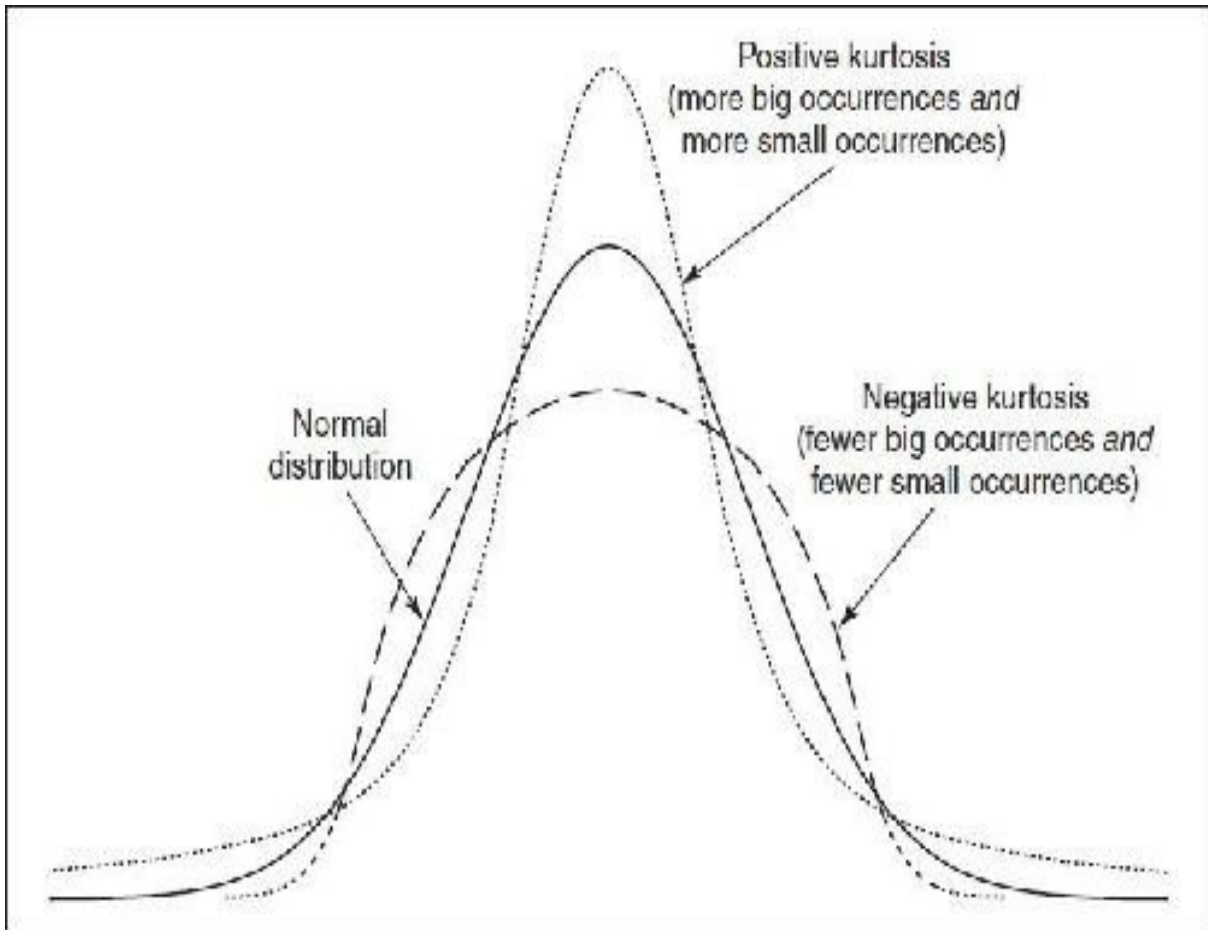
La asimetría de una distribución ([Figura 23-9](#)) se puede considerar como el sesgo de la distribución, o la medida en que una cola es más larga que la otra. En una distribución sesgada positivamente, la cola derecha es más larga que la izquierda. (La distribución lognormal mostrada en [la Figura 6-7](#) es sesgada positivamente). En una sesgada negativamente, la cola izquierda es más larga que la cola derecha. Una distribución perfectamente normal tiene una asimetría de 0. La distribución de frecuencias [de la Figura 23-8c](#) (euro) tiene una asimetría positiva, mientras que las distribuciones de [las Figuras 23-8a](#) (S&P 500), [23-8b](#) (petróleo crudo) y [23-8d](#) (Bund) tienen una asimetría negativa.

Figura 23-9 Asimetría: grado en que una cola de una distribución es más larga que otra.



La curtosis de una distribución ([Figura 23-10](#)) es el grado en que el centro de la distribución es inusualmente alto o inusualmente plano. Una distribución con una curtosis positiva tiene un pico alto (*leptocúrtica*), mientras que una distribución con una curtosis negativa tiene un pico bajo o plano (*platicúrtica*). Una distribución perfectamente normal tiene una curtosis de 0 (*mesocúrtica*)⁽⁸⁾

Figura 23-10 Curtosis: grado en que una distribución tiene un pico más alto y colas más anchas.



A primera vista, una distribución con curtosis positiva se parece a una distribución con desviación típica baja porque ambas tienen picos altos. Pero una distribución con una desviación típica baja también tiene colas cortas, mientras que una distribución con una curtosis positiva tiene colas alargadas. Una distribución con curtosis positiva se podría considerar como una distribución normal en la que la sección media a la izquierda y a la derecha del pico se ha comprimido hacia dentro. Esto fuerza el pico de la distribución hacia arriba y las colas hacia fuera. Las distribuciones de frecuencia [de las figuras 23-8a](#) a muestran la misma curtosis positiva, que es típica de casi todos los mercados subyacentes negociados en bolsa. Tienen picos más altos (más días con movimientos pequeños), colas alargadas (más días con movimientos grandes) y secciones medias estrechas (menos días con movimientos intermedios) de lo que predice una verdadera distribución normal. Los operadores se refieren a veces a estas distribuciones como "colas gruesas".

La distribución del S&P 500 tiene un valor de curtosis inusualmente grande de 10,415. Para ver hasta qué punto las colas de esta distribución son anormalmente gordas, podemos expresar los mayores movimientos al alza y a la baja en desviaciones típicas y, a continuación, considerar las probabilidades de que estos movimientos se produzcan bajo el supuesto de una normalidad

distribución. El mayor movimiento alcista del S&P en el periodo de 10 años fue del 11,58%. Con una desviación típica del 1,31%, esto se traduce en una desviación típica del 8,84%. La probabilidad de que esto ocurra es de aproximadamente 1 entre 2.000.000.000.000.000.000 (2 quintillones, para quien lleve la cuenta). El mayor movimiento a la baja, el 9,03%, traduce en una desviación típica del 6,75%, con una probabilidad de aproximadamente 1 entre 350.000.000.000 (350.000 millones). pocas palabras, la probabilidad de que estos sucesos es tan pequeño que prácticamente nunca se producirán.⁽⁹⁾

Los valores de curtosis del petróleo, el euro y el Bund no son tan espectaculares como los del S&P 500. Pero incluso en estos mercados, bajo la hipótesis de una distribución normal de , cabría esperar que las mayores subidas y bajadas se produjeran sólo una vez entre muchos millones. Pero incluso en estos mercados, bajo los supuestos de una distribución normal , esperaríamos ver las mayores subidas y bajadas sólo una vez entre muchos millones de ocurrencias. Teniendo en cuenta que los datos abarcan un periodo de entre 2.500 y 2.600 días, podemos ver con cuánta más frecuencia se producen grandes movimientos en el mundo real en comparación con lo que predice una distribución normal. En [la Figura 23-11](#) se muestran las probabilidades asociadas a los movimientos más grandes en nuestras distribuciones de muestra.

Figura 23-11 Probabilidades asociadas a los mayores movimientos al alza y a la baja.

<u>Product</u>	<u>One Standard Deviation</u>	<u>Biggest Move in Percent</u>	<u>Biggest Move in Standard Deviations</u>	<u>Probability</u>
S&P 500	1.31%	Up 11.58%	Up 8.84 st. dev.	Too unlikely to calculate
		Down 9.03%	Down 6.89 st. dev.	1 chance in 358,000,000,000
Crude oil	2.25%	Up 14.27%	Up 6.34 st. dev.	1 chance in 8,700,000,000
		Down 10.80%	Down 4.80 st. dev.	1 chance in 1,260,000
Euro	0.651%	Up 3.52%	Up 5.41 st. dev.	1 chance in 31,700,000
		Down 2.40%	Down 3.69 st. dev.	1 chance in 8,900
Bund	0.364%	Up 1.98%	Up 5.40 st. dev.	1 chance in 30,000,000
		Down 1.50%	Down 4.10 st. dev.	1 chance in 48,000

¹ Por *modelo tradicional de fijación de precios* entendemos los más utilizados: el modelo Black-Scholes y sus variaciones o el modelo Cox-Ross-Rubinstein.

² La posibilidad de que un operador en un mercado de opciones sobre futuros también tenga que aportar dinero de variación adicional, en contraposición al dinero del margen, después de establecer una posición de opción se incorpora en la mayoría de los modelos. Esta es la razón por la que una conversión o inversión en un mercado de opciones sobre futuros puede no ser delta neutral.

³ Esto no quiere decir que las consecuencias fiscales sean siempre insignificantes. Las consideraciones fiscales pueden desempeñar un papel en la gestión de la cartera o en las estrategias de opciones que implican dividendos cuando éstos están sujetos a normas fiscales diferentes de las ganancias o pérdidas de las acciones u opciones.

⁴ En la mayoría de los textos avanzados sobre valoración de opciones puede encontrarse un análisis del modelo de salto-difusión. Para más información, véase Robert Merton, "Option Pricing when Underlying Stock Returns Are Discontinuous", *Journal of Financial Economics* 3(March):125-144, 1976; Stan Beckers, "A Note on Estimating the Parameters in the Jump-Diffusion Model of Stock Returns", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, marzo de 1981, pp. 127-140; y Espen Gaarder Haug, *The Complete Guide to Option Pricing Formulas*, 2ª ed. (Nueva York: McGraw-Hill, 2006).

⁵ Esto supone, por supuesto, que el comerciante es capaz de absorber la pérdida y mantener el negocio a largo .

⁶ Para más información sobre el modelo CEV, véase John C. Cox y Stephen A. Ross, "The Valuation of Options for Alternative Stochastic Processes", *Journal of Financial Economics* 3(March):145-166, 1976; Stan Beckers, "The Constant Elasticity of Variance Model and Its Implications for Option Pricing", *Journal of Finance*, junio de 1980, pp. 661-673; Mark Schroder, "Computing the Constant Elasticity of Variance Option Pricing Model", *Journal of Finance* 44(1):211-219, 1989; y Espen Gaarder Haug, *The Complete Guide to Option Pricing Formulas*, 2ª ed. (Nueva York: McGraw-Hill, 2006).

⁷ Las funciones de asimetría y curtosis se incluyen en las hojas de cálculo más utilizadas. Sus fórmulas pueden encontrarse en un libro de texto de estadística o probabilidad.

⁸ Matemáticamente, una distribución normal verdadera tiene una curtosis de 3. Sin embargo, tal y como se expresa comúnmente, se suele restar 3 al valor de la curtosis, por lo que una distribución normal verdadera tiene un valor de curtosis de 0.

⁹ Nassim Taleb se ha referido a estos sucesos improbables como "cisnes negros". Véase Nassim Nicholas Taleb, *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable* (Nueva York: Penguin Books, 2008).

Volatilidad

Es evidente que la utilización de un modelo teórico tradicional de fijación de precios plantea problemas reales. Los mercados no están exentos de fricciones, los precios no siempre siguen un proceso de difusión, la volatilidad puede variar a lo largo de la vida de una opción, el mundo real puede no parecerse a una distribución lognormal. Con todos estos puntos débiles, cabe preguntarse si los modelos teóricos de fijación de precios tienen algún valor práctico. De hecho, la mayoría de los operadores han descubierto que los modelos de fijación de precios, aunque no son perfectos, constituyen una herramienta inestimable para tomar decisiones en el mercado de opciones. Aunque un modelo no funcione a la perfección, los operadores han descubierto que utilizar un modelo, aunque sea imperfecto, suele ser mejor que no utilizar ningún modelo.

Aun así, un operador que quiera tomar las mejores decisiones posibles no puede permitirse ignorar los problemas asociados a un modelo teórico de fijación de precios. Por consiguiente, un operador que utilice un modelo de fijación de precios puede buscar una forma de reducir los errores potenciales derivados de estas deficiencias. Inicialmente, uno podría simplemente buscar un modelo teórico de fijación de precios mejor. Si existe tal modelo sin duda merecerá la pena sustituir el modelo antiguo por el nuevo. Pero *mejor* es un término relativo. Un modelo puede ser mejor en el sentido de que proporciona valores teóricos ligeramente más precisos. Pero si el modelo es extremadamente complejo y difícil de utilizar, o si requiere datos adicionales de los que el operador no siempre puede estar seguro, entonces el modelo puede limitarse a sustituir un conjunto de problemas por otro. Dado que la mayoría de los operadores no son teóricos, una solución más realista podría ser utilizar un modelo menos complejo y ajustarlo de algún modo para que sea coherente con la realidad del mercado.

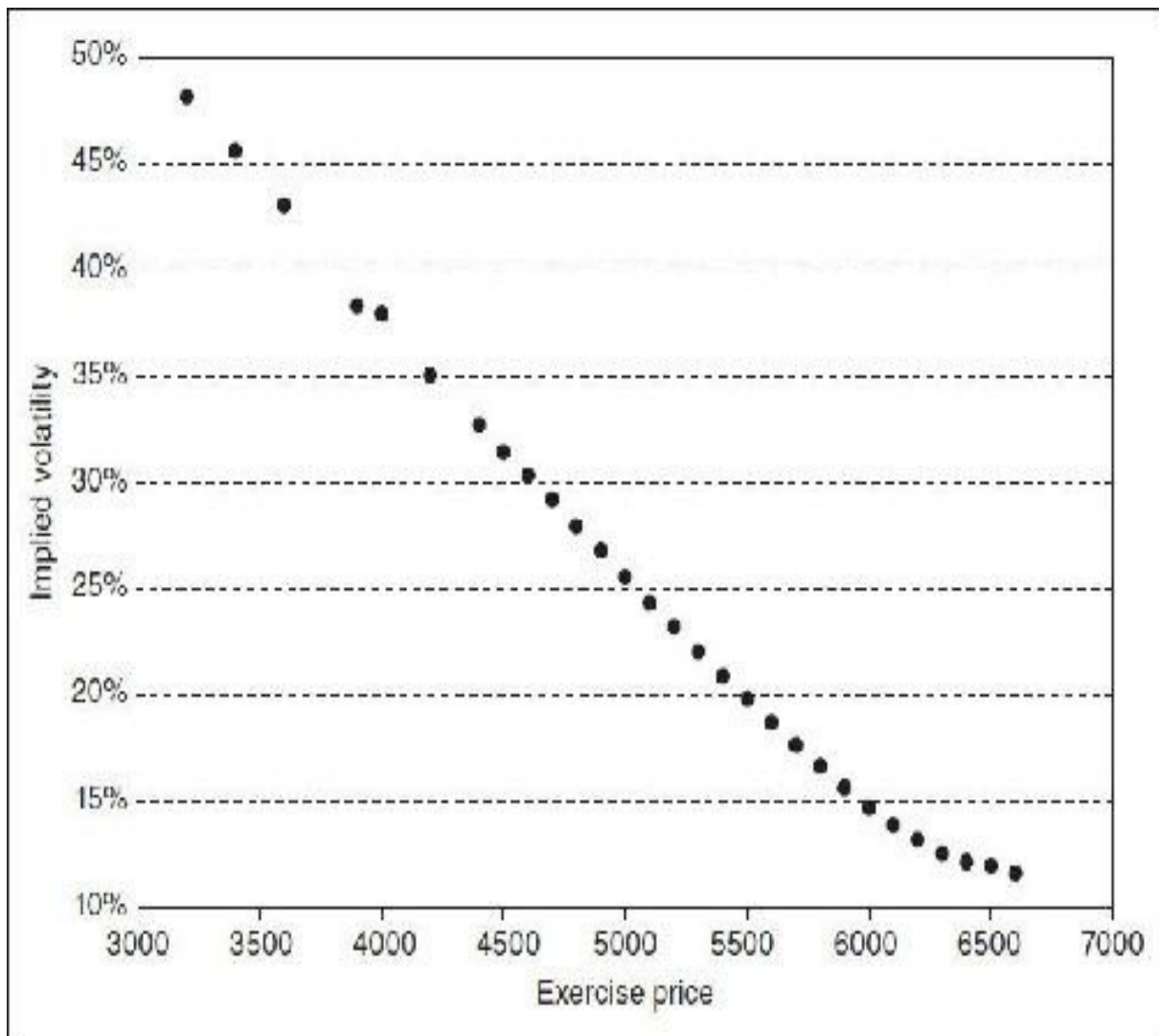
Un operador que intente compensar las deficiencias de un modelo de fijación de precios puede suponer que el mercado utiliza el mismo modelo que él y preguntarse cómo resuelve el mercado las deficiencias del modelo. Esto es en cierto modo análogo al cálculo de la volatilidad implícita, en el que suponemos que todo el mundo utiliza el mismo modelo, que el precio de la opción es conocido y que todo el mundo está de acuerdo en todas las variables excepto en la volatilidad. A partir de estos supuestos podemos determinar la volatilidad que el mercado implica para el contrato subyacente. Podemos adoptar el mismo planteamiento general, pero preguntándonos en su lugar qué

debilidades que el mercado implica para el modelo.

[La Figura 24-1](#) muestra las volatilidades implícitas a través de los precios de ejercicio para las opciones sobre el índice FTSE 100 de junio de 2012¹ negociadas en el London International Financial Exchange el 16 de marzo de 2012. Los cálculos se realizaron al final del día de negociación a partir de la media del diferencial entre precios de compra y venta utilizando el modelo Black-Scholes. Es

inmediatamente evidente que las volatilidades implícitas varían según los precios de ejercicio. Si Suponiendo que se conozcan el precio de ejercicio, el tiempo hasta el vencimiento, el precio subyacente y el tipo de interés, el valor teórico de una opción en un mundo Black-Scholes dependerá únicamente de la volatilidad del contrato subyacente a lo largo de la vida de la opción. Por supuesto no sabremos cuál es esa volatilidad hasta que lleguemos al vencimiento, momento en el que podremos echar la vista atrás y calcular la volatilidad histórica durante el periodo de 13 semanas comprendido entre el 16 de marzo y el vencimiento de junio. Pero el índice FTSE 100 sólo puede tener una volatilidad durante este periodo. Dado que el índice subyacente es el mismo para todas las opciones, no tiene sentido en un mundo perfecto de Black-Scholes que cada precio de ejercicio tenga una volatilidad implícita diferente. Si la actividad del mercado fuera el resultado de que todo el mundo creyera en la eficacia del modelo Black-Scholes, la venta de opciones sobrevaloradas y la compra de opciones infravaloradas acabaría provocando que todas las opciones tuvieran la misma volatilidad implícita. Sin embargo, esto casi nunca ocurre en ningún mercado.

Figura 24-1 Volatilidades implícitas del FTSE 100 en junio de 2012: 16 de marzo 2012.



La distribución de las volatilidades implícitas a través de los precios de ejercicio suele denominarse *sesgo de volatilidad* o, posiblemente, *sonrisa de volatilidad* o *sonrisa de volatilidad*, dependiendo de la forma del sesgo. Una posible explicación de la distribución de las volatilidades implícitas tiene que ver con la forma en que se utilizan las opciones como un instrumento de inversión.

instrumento de cobertura . En el mercado bursátil, la mayoría de los inversores tienen posiciones largas en acciones [k\(2\)](#) y, por lo tanto, les preocupa una caída de los precios de las acciones. Las dos estrategias de cobertura más comunes para proteger una posición subyacente larga, como se describe en el [Capítulo 17](#), son la compra de opciones de venta protectoras y la venta de opciones de compra cubiertas.

Si un inversor en bolsa decide comprar una opción de venta protectora, ¿qué precio de ejercicio elegirá? Una opción de venta "out-of-the-money" cuesta menos que una opción de venta "in-the-money", pero también ofrece menos protección contra un movimiento a la baja. Sin embargo, si el inversor está tan preocupado por un movimiento bajista que necesita la protección que ofrece una opción de venta dentro del dinero, debería simplemente vender las acciones. El resultado es que la mayoría de

Las opciones de venta de protección se compran a precios de ejercicio más bajos.

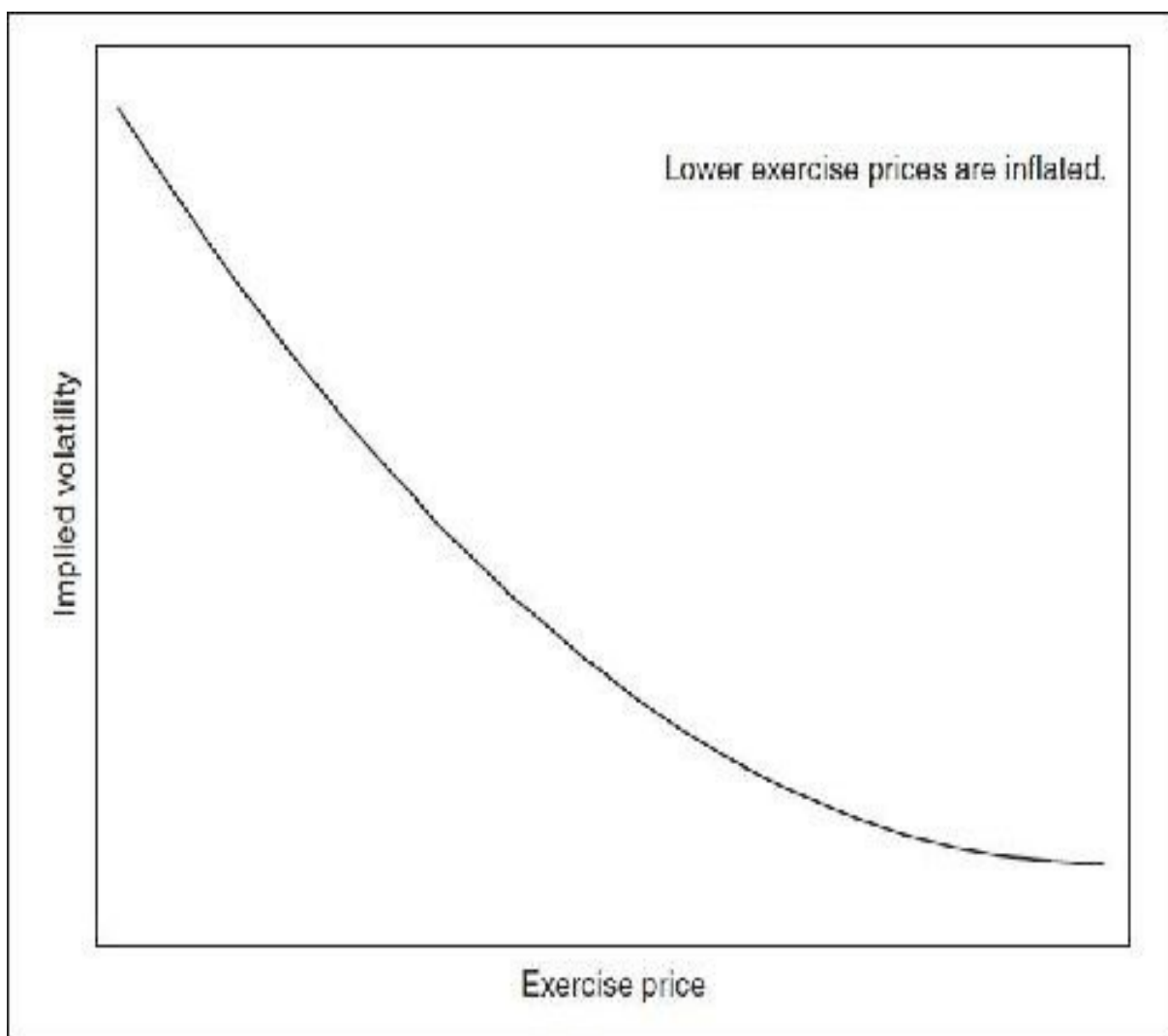
Si, en cambio, el inversor decide vender una opción de compra cubierta, casi siempre lo a un precio de ejercicio más alto. Esto ofrecerá menos protección que la venta de una opción de in-the-money, pero es de suponer que el inversor mantiene las acciones cree que su precio subirá. Si sube, querrá participar menos en parte del potencial de beneficios al alza. Si la acción sube y el inversor ha vendido una opción de compra "in-the-money", la acción se rescatará rápidamente, limitando cualquier beneficio al alza. El resultado es que la mayoría de las opciones de compra cubiertas se venden a precios de ejercicio más elevados.

Como resultado de la actividad de cobertura, en el mercado de opciones sobre acciones tiende a haber una presión compradora sobre los precios de ejercicio más bajos (la compra de opciones de venta protectoras) y una presión vendedora sobre los precios de ejercicio más altos (la venta de opciones de compra cubiertas). Esto hace que las volatilidades implícitas a precios de ejercicio más bajos aumenten y que las volatilidades implícitas a precios de ejercicio más altos disminuyan. El sesgo resultante, como el de la [Figura 24-1](#), se denomina a veces *sesgo de inversión*. Ocurre en mercados en los que la gente invierte libremente, siendo el ejemplo más obvio el mercado de valores. Los operadores a veces describen un sesgo de inversión diciendo que el "sesgo es hacia las opciones de venta", indicando que las volatilidades implícitas de las opciones de venta están infladas. Pero la paridad put-call dicta que si el precio de una put está , el precio de la call al mismo precio de ejercicio también debe estar inflado, por lo que quizá sea más exacto decir que el "sesgo es a la baja".

Mientras que en el mercado bursátil los inversores pueden preocuparse por la caída de las cotizaciones, en otros mercados los coberturistas pueden preocuparse por la subida de los precios. Este suele ser el caso de los mercados de materias primas, en los que los usuarios finales intentan protegerse de la subida de precios comprando opciones de compra de protección a precios de ejercicio más altos o vendiendo opciones de venta cubiertas a precios de ejercicio más bajos. En el *sesgo resultante de la demanda* o de la materia prima (hay demanda de la materia prima), los precios de ejercicio más bajos tienen volatilidades implícitas más bajas, y los precios de ejercicio más altos tienen volatilidades implícitas más altas. Por supuesto, es probable que los productores de materias primas, como los agricultores, las empresas mineras y las empresas de perforación petrolífera, se preocupen por la caída de los precios de las materias primas, por lo podría parecer que debería haber la misma actividad de cobertura entre los largos (productores) y los cortos (usuarios finales). Pero en muchos mercados los usuarios finales tienden a dominar, quizás porque se percibe que los precios más altos de las materias primas, y las presiones inflacionistas concomitantes, tienen un efecto negativo en toda la economía. Además, en algunos países, el gobierno tiene un programa de apoyo a los precios de los productos agrícolas, por lo que los cultivadores tienen menos de qué preocuparse por la caída de los precios de los productos agrícolas que los usuarios finales por la subida de los precios.

Por último, hay mercados en los que tanto los largos como los cortos están igual de preocupados. Pensemos en una empresa estadounidense que compra bienes en Europa que deben pagarse en euros en una fecha futura. La empresa está claramente preocupada por la subida del euro frente al dólar. Al mismo tiempo, una empresa europea puede comprar bienes en Estados Unidos que deben pagarse en dólares. Esta empresa está preocupada por la caída del euro frente al dólar. Si ambas empresas optan por cubrir su riesgo en el mercado de opciones sobre divisas, la actividad de cobertura tenderá a dar lugar *a un sesgo equilibrado*, en el que no hay un dominio obvio de las volatilidades implícitas ni a precios de ejercicio más altos ni más bajos. Esto no significa que las volatilidades implícitas formen *necesariamente* un *sesgo plano*, pero es probable que la distribución de las volatilidades implícitas sea simétrica en torno al precio subyacente actual. En [la Figura 24-2](#) se muestran los tres tipos habituales de sesgos.

Figura 24-2 (a) Inversión sesgada. (b) Sesgo de demanda. (c) Sesgo equilibrado.

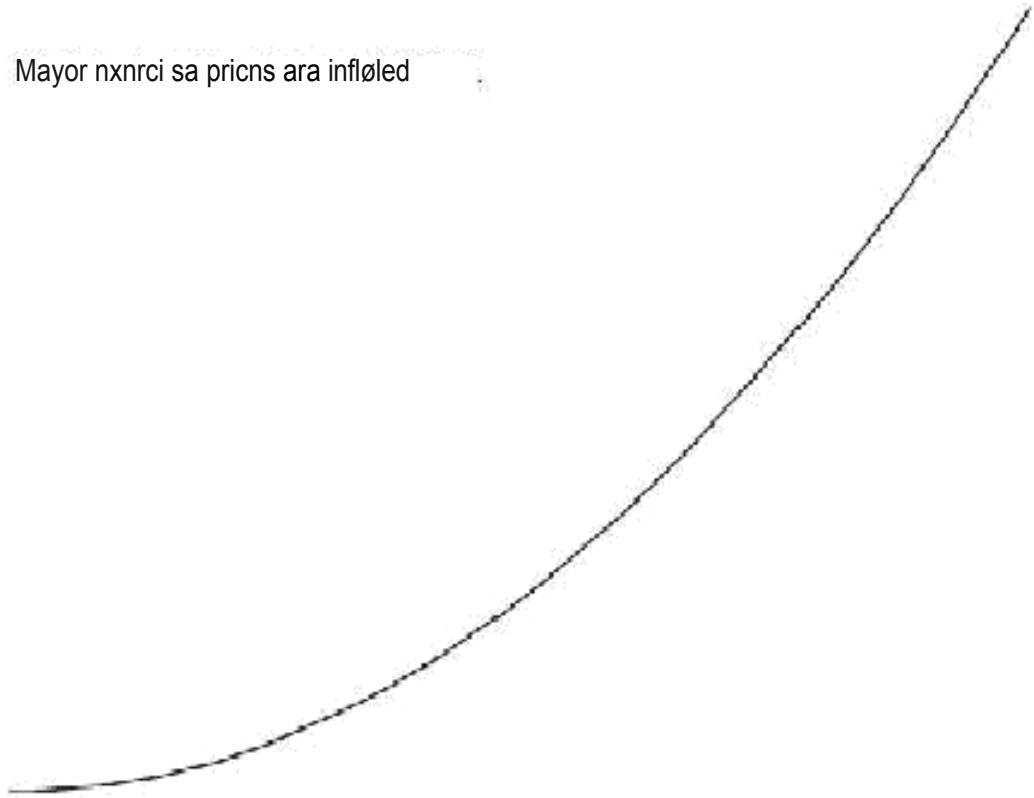


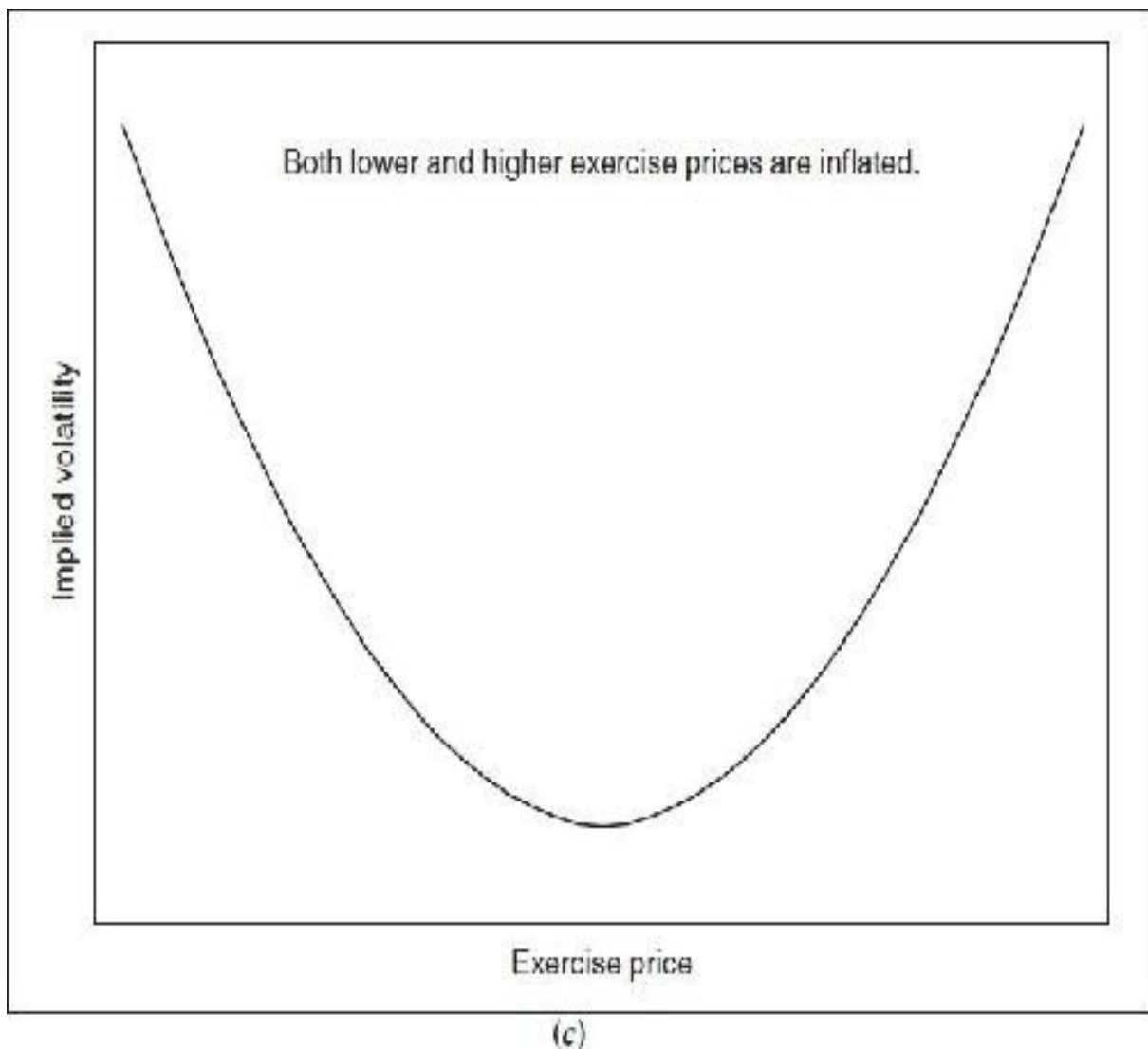
(a)

Mayor nxnrci sa pricns ara infløed

Implied volatility

Exercise price





Además de las distorsiones causadas por la actividad de cobertura, también sabemos por el [Capítulo 23](#) que hay debilidades inherentes en muchos modelos. Por ejemplo, la mayoría de los operadores creen que los mercados de valores son más volátiles cuando bajan y menos volátiles cuando suben. También sabemos que una opción es más sensible a los cambios de volatilidad (tiene su mayor vega) cuando está en el dinero. Si una acción subyacente cotiza a 100 y el mercado empieza a caer, la vega de la opción de venta de 95 aumentará porque se está volviendo más at the money. Si el mercado también se vuelve más volátil porque el precio de la acción está cayendo, esto aumentará el valor de volatilidad de la opción de venta de 95. Pero si el mercado empieza a subir, la opción de venta de 95 aumentará. Pero si el mercado empieza a subir, la opción de compra de 105, aunque su vega aumente, no se beneficiará en la misma medida que la opción de venta de 95 porque el mercado se está volviendo menos volátil. Por lo tanto, no debe sorprendernos que la opción de venta de 95 tenga una volatilidad implícita más alta y la opción de compra de 105 una volatilidad implícita más alta.

volatilidad implícita inferior a la prevista. Esto es coherente con un sesgo de inversión.

El mercado, al igual que cada operador individual, intenta evaluar las opciones de la forma más eficiente posible teniendo en cuenta toda la información disponible. Tanto si se cree que los mercados son eficientes como si no, se puede argumentar que el mercado intenta ser eficiente. De la amplia gama de volatilidades implícitas que se encuentran en casi todos los mercados de opciones, podemos deducir razonablemente que el mercado no cree que el modelo Black-Scholes sea perfectamente eficiente. Desgraciadamente, intentar identificar el origen de la ineficiencia puede no ser posible. Puede que tenga que ver con la forma en que se utilizan las opciones en las estrategias de cobertura. O puede que tenga que ver con los puntos débiles del modelo teórico de fijación de precios. Sea cual sea la razón, podemos suponer que, en cualquier momento, el mercado cree que las opciones tienen un precio eficiente, incluso si esos precios difieren de los valores generados por el modelo.

Un operador de opciones que utilice un modelo teórico de fijación de precios podría considerar que la desviación típica de la volatilidad contiene información útil que puede utilizarse en el proceso de toma de decisiones. Al tratar la inclinación de la volatilidad como una entrada adicional en el modelo teórico de fijación de precios, la inclinación se convierte en una ayuda importante para generar valores teóricos y gestionar el riesgo. Además, el análisis del sesgo puede constituir la base de diversas estrategias de opciones.

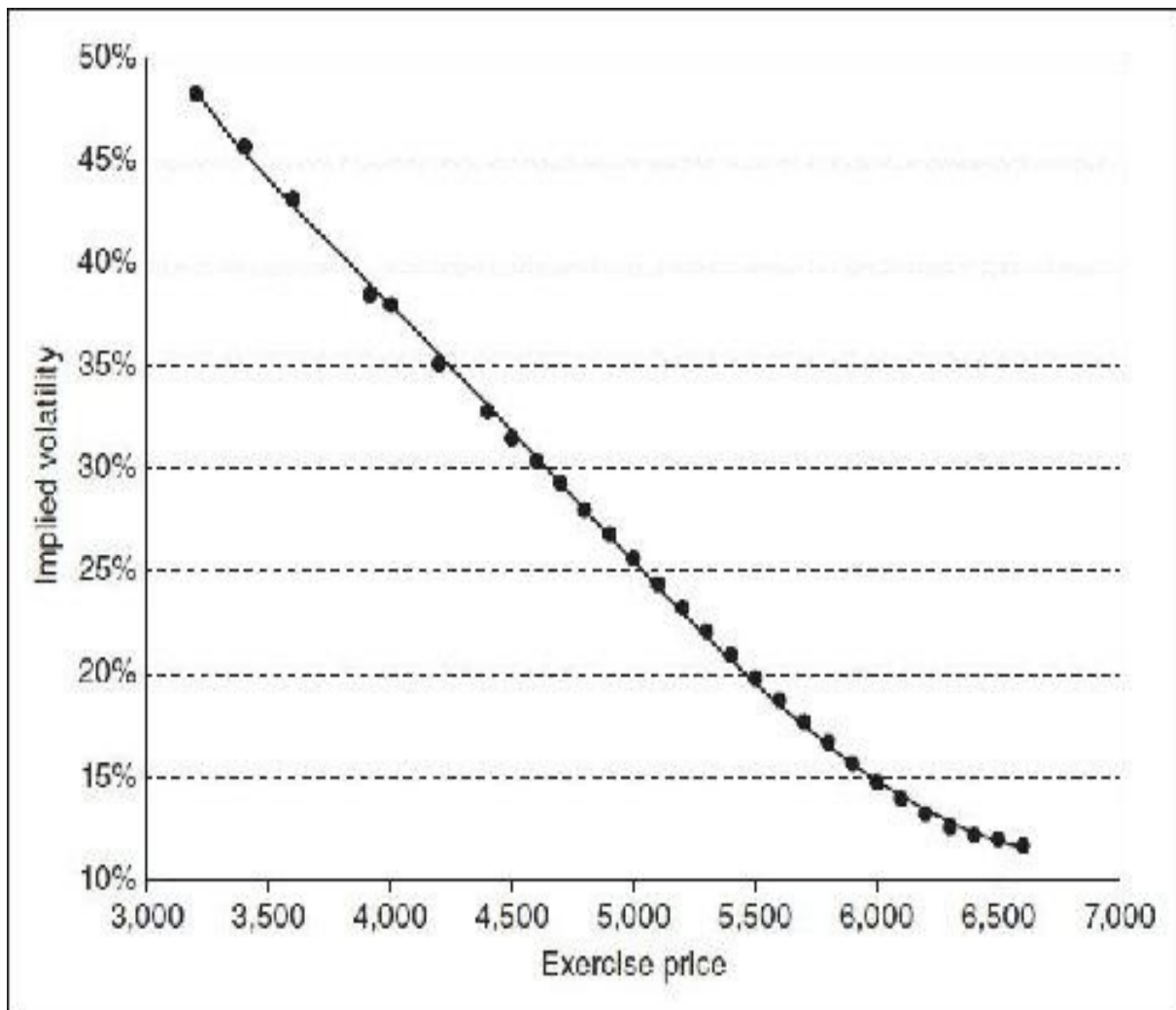
Modelización de la desviación

Si queremos incluir un sesgo en nuestro modelo, tenemos que hacerlo de forma que el modelo lo entienda. Para ello se suele utilizar una función matemática que genera el mejor ajuste para el sesgo

$$f(x)=y$$

donde y es la volatilidad implícita a cada precio de ejercicio x . Un operador puede elegir cualquier función que parezca proporcionar un buen ajuste, pero muchos operadores utilizan una función polinómica de la forma $a + bx + cx(2) + dx(3) + \dots$. En [la Figura 24-3](#) muestra la función que mejor se ajusta a las volatilidades implícitas [de la Figura 24-1](#).

Figura 24-3 Volatilidades implícitas del FTSE 100 en junio de 2012: 16 de marzo 2012.



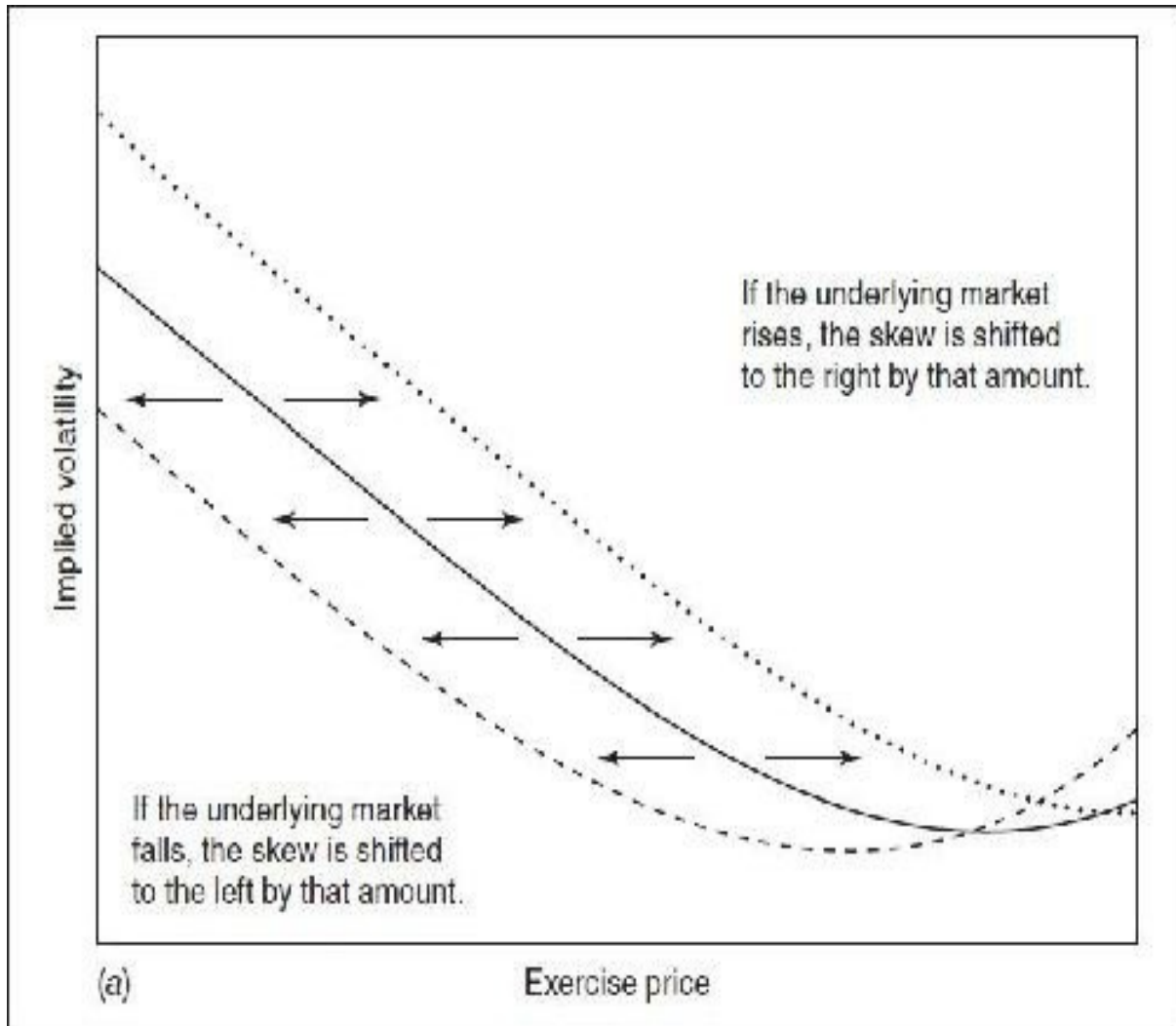
Si pensamos en el sesgo como una entrada en el modelo, entonces, como con todas las entradas, tenemos que preguntarnos cómo los cambios en la entrada afectarán a una posición. Si podemos modelizar los posibles cambios en el sesgo a medida que cambian las condiciones del mercado, estaremos en mejor posición para evaluar el riesgo asociado a una posición en opciones. En concreto, a medida que cambien las condiciones del mercado, querremos modelar tanto la ubicación como la forma de desviación.

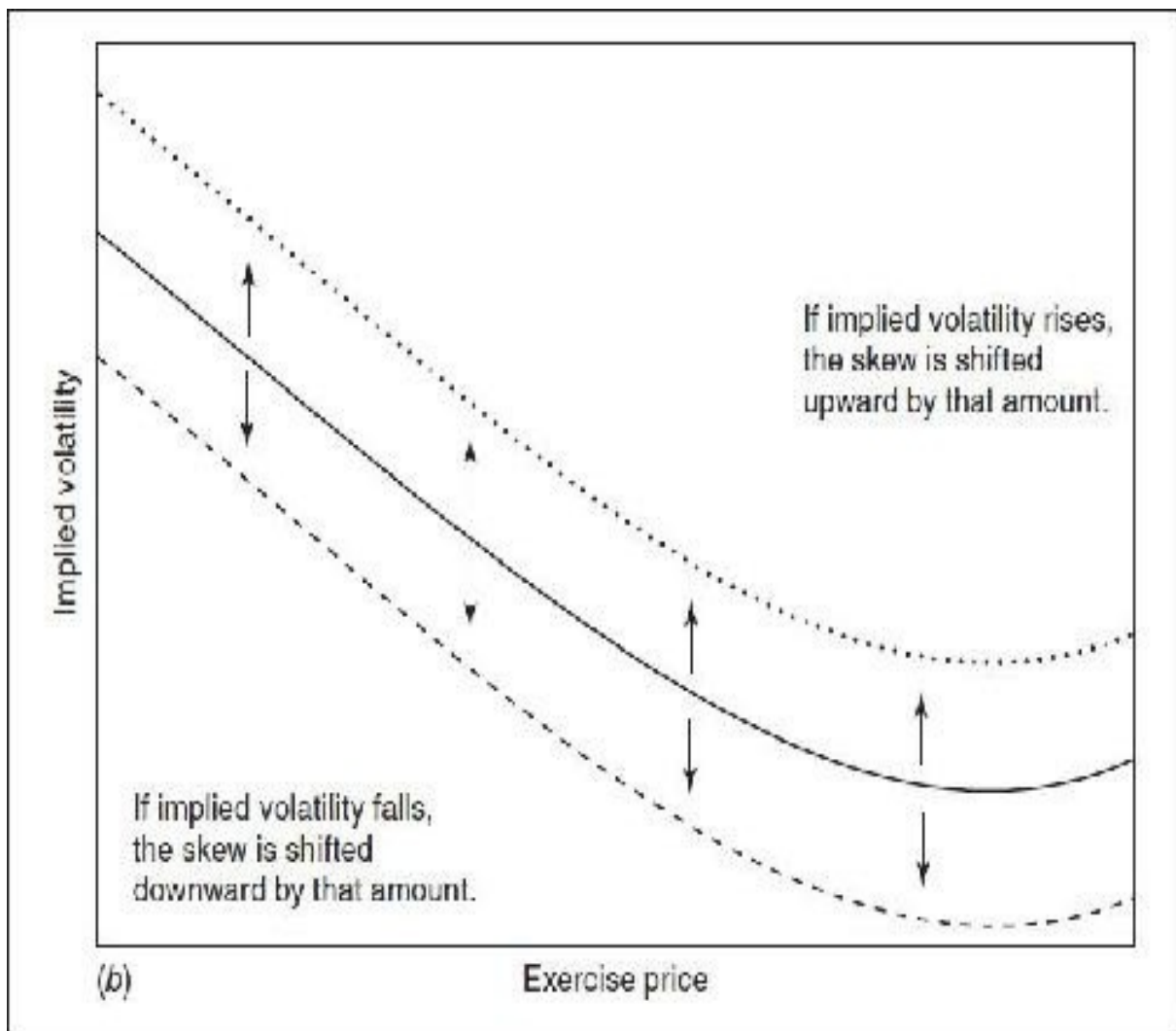
Por supuesto, podríamos adoptar la postura de que la ubicación y la forma del sesgo de volatilidad permanecerán fijas. En este supuesto *de precio de ejercicio fijo*, el sesgo actual determina la volatilidad implícita en cada precio de ejercicio, independientemente de cómo cambien las condiciones del mercado.

Desgraciadamente, un skew de precio fijo, con sus volatilidades fijas a cada precio de ejercicio, no es coherente con la dinámica observada en el mercado. En la mayoría de los mercados de opciones, el sesgo cambiará a medida que se mueva el precio subyacente o cambie la volatilidad implícita. Un enfoque alternativo consiste en utilizar un *sesgo flotante*,

donde el sesgo completo se desplaza horizontalmente a medida que el precio subyacente sube o baja o verticalmente a medida que la volatilidad implícita sube o baja. El desplazamiento es igual a la variación del precio o de la volatilidad. Si el precio subyacente sube cinco puntos, el sesgo se desplaza cinco puntos a la derecha. Si la volatilidad implícita cae dos puntos porcentuales, el sesgo se desplaza dos puntos porcentuales hacia abajo. Este tipo de sesgo se muestra en [la Figura 24-4](#).

Figura 24-4 (a) Un sesgo flotante simple cuando cambia el precio subyacente. (b) Un sesgo flotante simple cuando cambia la volatilidad implícita.





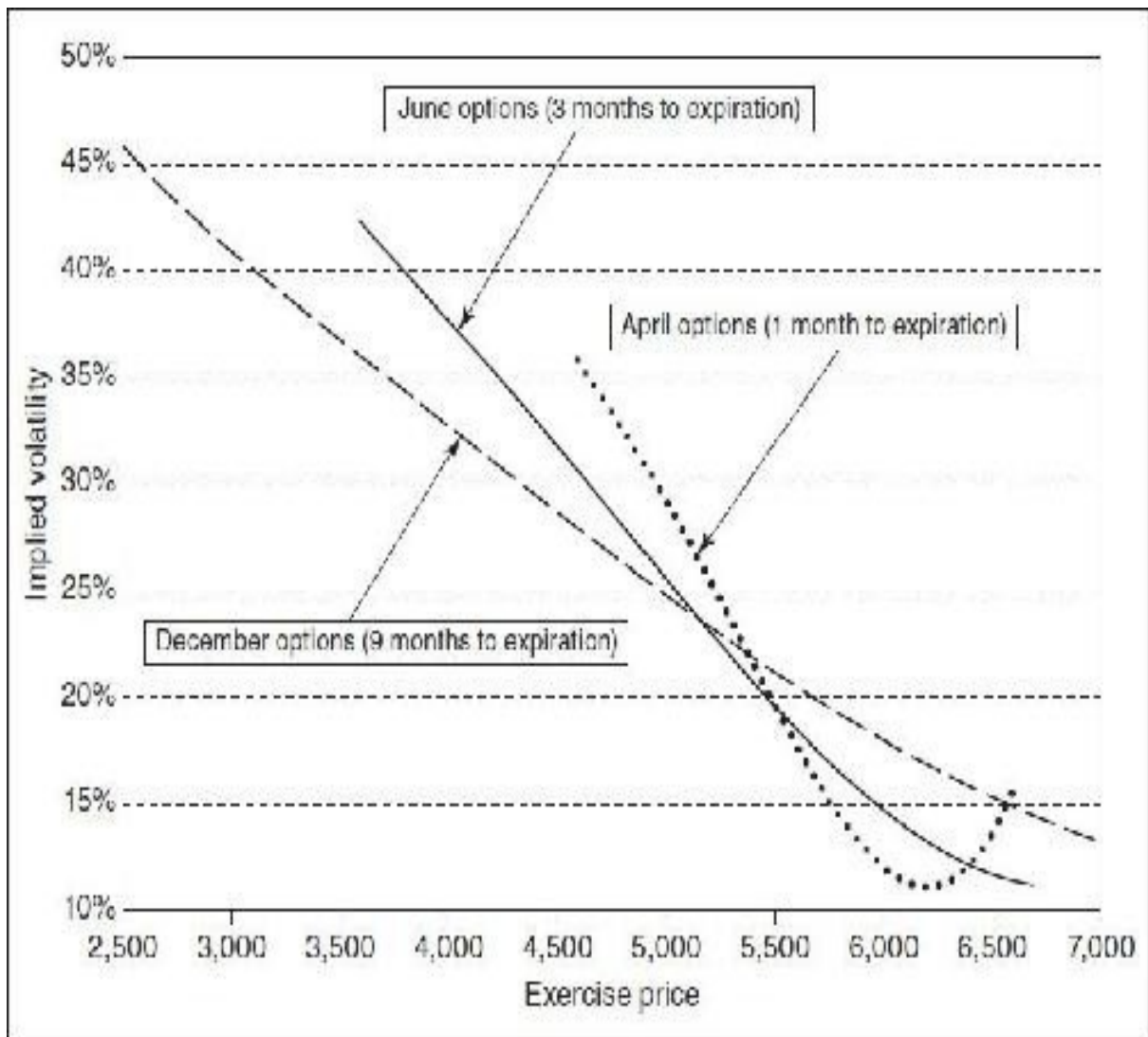
Desplazar todo el sesgo podría ser un enfoque razonable si un operador cree que la forma del sesgo permanecerá inalterada independientemente de las condiciones cambiantes del mercado. Pero, ¿es esto probable? Es probable que las volatilidades implícitas a diferentes precios de ejercicio dependan de cómo vea el mercado la probabilidad de movimientos mayores o menores en el precio del contrato subyacente. Pero todos los movimientos son relativos con respecto tanto al precio subyacente como al tiempo hasta el vencimiento. En relativos, un cambio de precio de 10,00 es mayor con un precio subyacente de 100 (un movimiento del 10%) que con un precio subyacente de 200 (un movimiento del 5%). Del mismo modo, un movimiento del 10% es mayor en un periodo de una semana que el mismo movimiento del 10% en un periodo de un mes.

Un primer paso para ajustar la magnitud relativa de los cambios de precio es expresar cada precio de ejercicio en el eje *de abscisas* en términos de "moneyness", es decir, en qué el precio de ejercicio está dentro o fuera del dinero como porcentaje del precio de ejercicio.

precio subyacente. El precio de ejercicio de 90 con un precio subyacente de 100 tendrá una moneyness de 0,90. Esta es la misma moneyness que el precio de ejercicio de 180 con un precio subyacente de 200. Se trata de la misma "moneyness" que el precio de ejercicio de 180 con un precio subyacente de 200. afinar aún más expresando cada precio de ejercicio en términos logarítmicos $\ln(X/S)$, donde S es el precio subyacente o al contado y X es el precio de ejercicio. Esto es coherente con el supuesto de que los precios subyacentes tienen una distribución lognormal.

¿Cómo afectará el paso del tiempo a la forma del sesgo de la volatilidad? Consideremos una opción de venta a 90 con el contrato subyacente cotizando a 100. A medida que pasa el tiempo, en términos relativos, la opción de venta de 90 se aleja más del dinero. En una inversión sesgada, a medida que la opción se aleja del dinero su volatilidad implícita aumenta. En cierto sentido, se está moviendo "hacia arriba del sesgo". Esto hará que el sesgo parezca más severo a medida que pasa el tiempo, con precios de ejercicio más bajos que conllevan volatilidades implícitas cada vez más altas. Los precios de ejercicio más altos también pueden verse afectados por el paso del tiempo, ya que una opción de compra "out-of-the-money" también estará más "out-of-the-money". Dependiendo de la forma del sesgo y de dónde caiga un precio de ejercicio a lo largo del sesgo, su volatilidad implícita puede subir, bajar o permanecer igual. Si no se realiza ningún ajuste, el efecto del paso del tiempo en el sesgo del FTSE 100 se muestra en [la Figura 24-5](#).

Figura 24-5 Volatilidades implícitas de las opciones del FTSE 100, 16 de marzo de 2012 (FTSE= 5965,58).



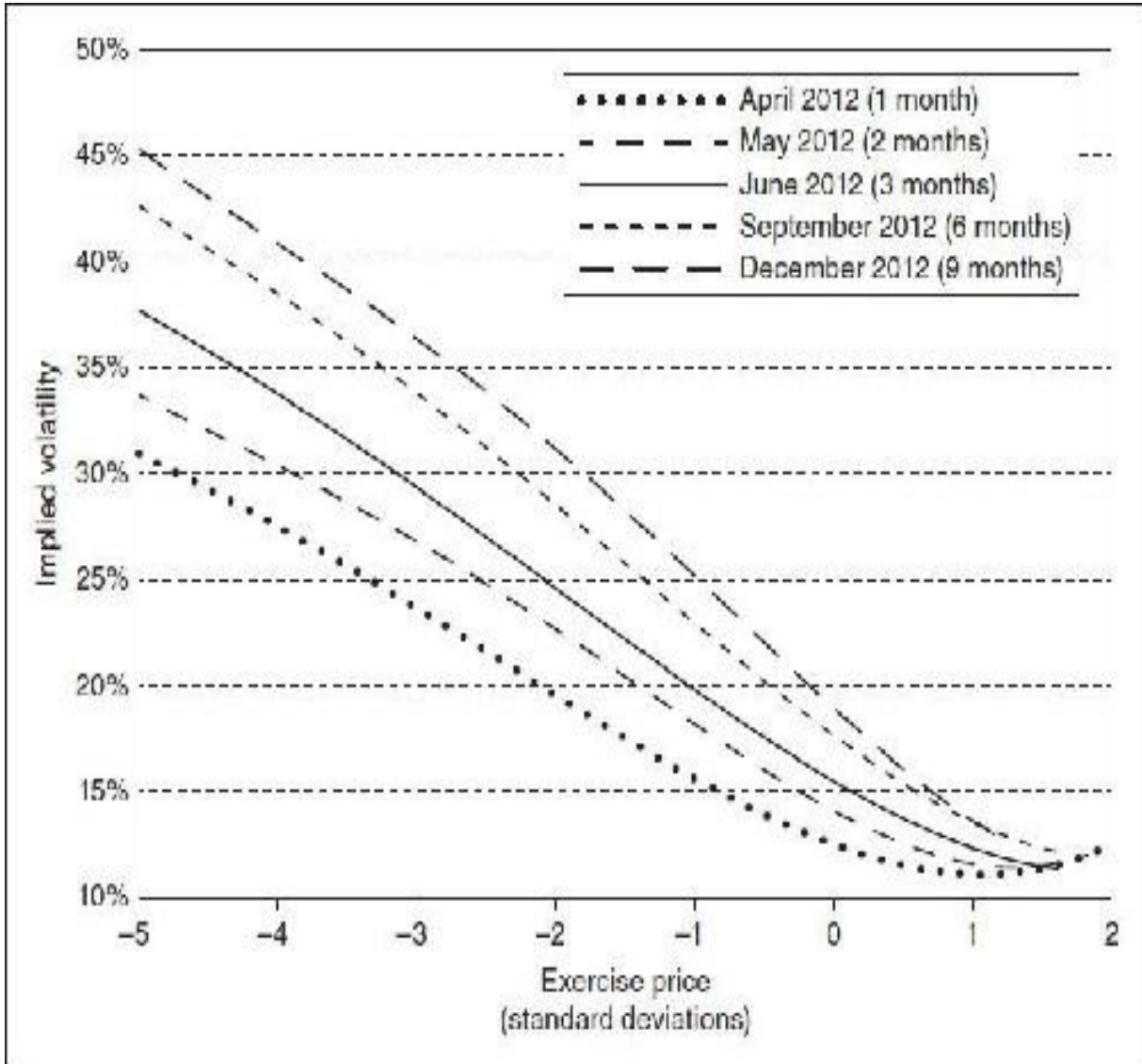
Para comparar los sesgos de volatilidad de los distintos vencimientos, debemos determinar teóricamente a qué distancia del dinero o del dinero se encuentra una opción. Tal vez la forma más sencilla de hacerlo sea expresar cada precio de ejercicio en términos de desviaciones típicas con respecto a at the money. Recordando la relación raíz cuadrada entre tiempo y volatilidad, y utilizando nuestra escala logarítmica, el número de desviaciones típicas dentro o fuera del dinero para cada precio de ejercicio viene dado por

$$\frac{\ln(X/S)}{\sigma\sqrt{t}}$$

con una opción exactamente al vencimiento ^{v(3)} que tiene una desviación típica de 0. Los sesgos de varios vencimientos de opciones del FTSE 100 a 16 de marzo de 2012 se muestran en

[Figura 24-6](#) Cuando se expresa en este formato, el sesgo a veces se denomina sesgo *delta pegajoso*, porque el delta es una aproximación de la medida en que una opción está dentro o fuera del dinero.

Figura 24-6 Volatilidades implícitas del FTSE 100, 16 de marzo de 2012.

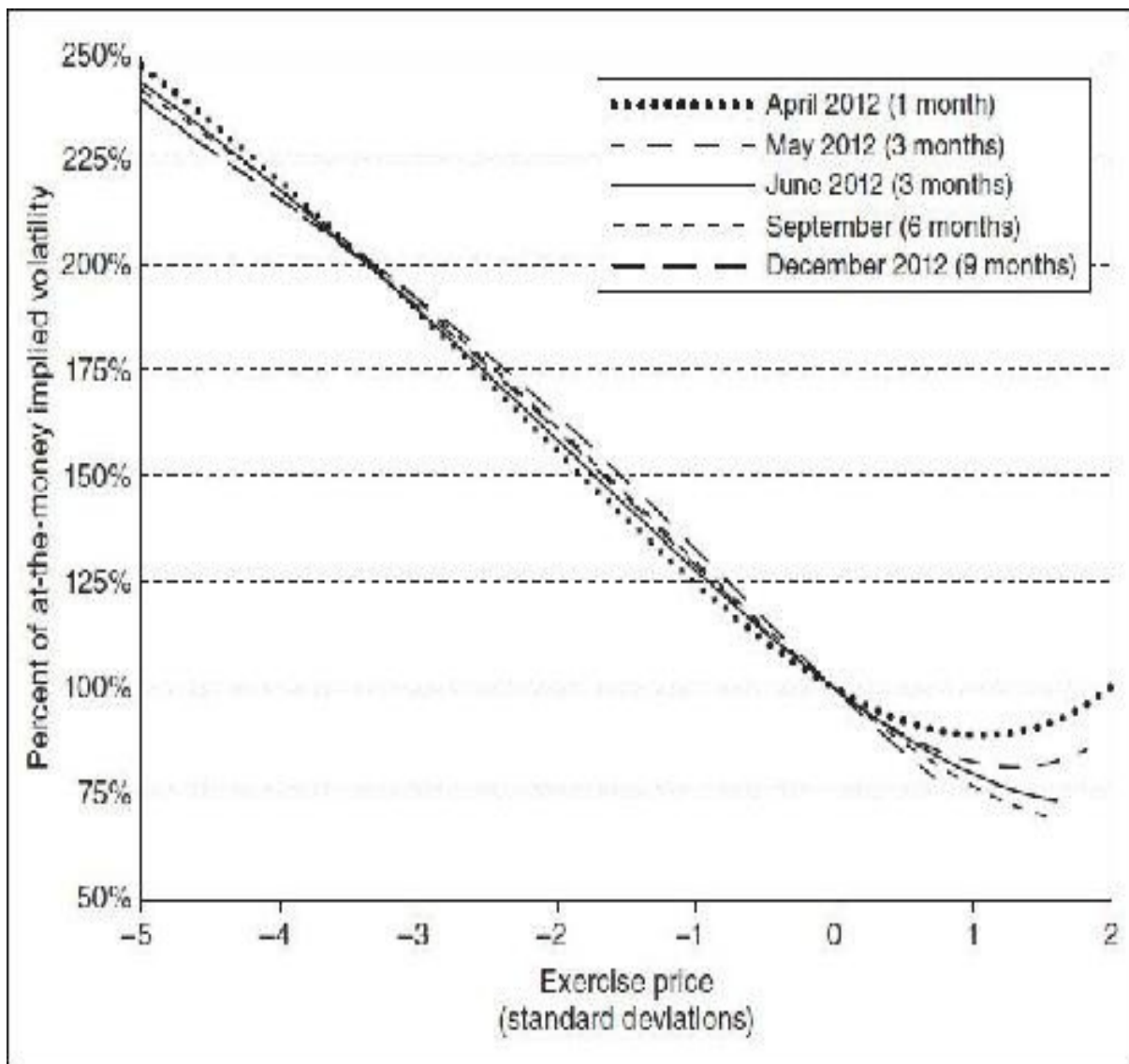


Los sesgos de [la Figura 24-6](#) parecen similares, pero es evidente que no son idénticos. Hasta ahora, todos los ajustes se han realizado en el eje x , cambiando la calibración para comparar más fácilmente los precios de ejercicio. Pero también podríamos ajustar el eje y , la volatilidad. Cuando un operador se refiere a la volatilidad implícita global de un mercado, casi siempre se refiere a la volatilidad implícita de las opciones at-the-money. Si la volatilidad implícita a cualquier precio de ejercicio es alta o baja, dependerá de si es alta o baja en comparación con la volatilidad implícita at-the-money.

volatilidad. Como resultado, muchos operadores recalibran el eje y en términos de cómo se compara la volatilidad implícita a un precio de ejercicio con la volatilidad implícita at-the-money. Podemos hacerlo expresando los valores y como la diferencia entre la volatilidad implícita de una opción at-the-money y la volatilidad implícita a cada precio de ejercicio. Si la volatilidad implícita at-the-money es del 20 (por ciento) y la volatilidad implícita a un precio de ejercicio es del 25 (por ciento), el valor y es $20 - 25 = -5$. Si la volatilidad implícita a un precio de ejercicio diferente es 18 (porcentaje), el valor y es $20 - 18 = 2$.

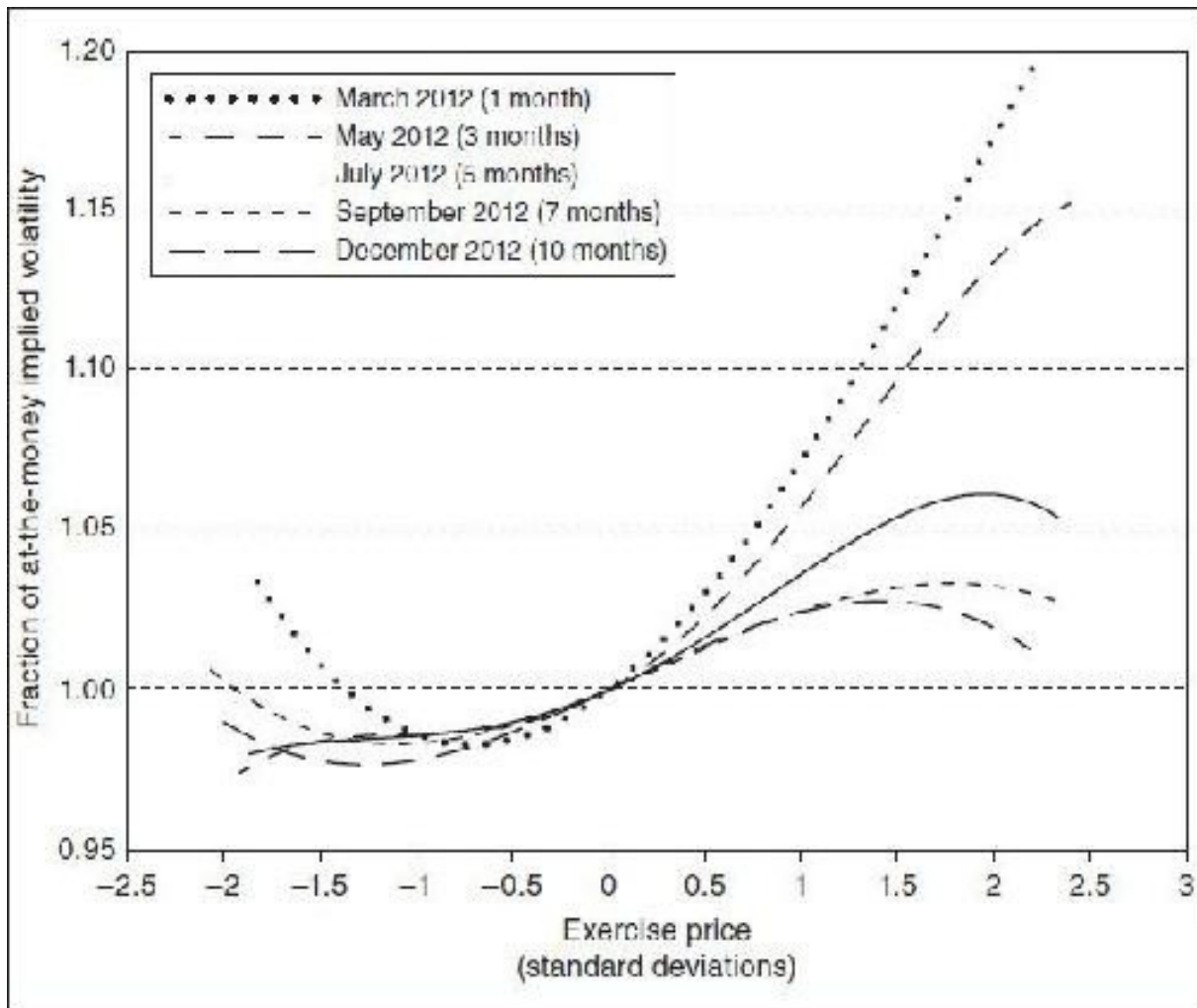
Este método puede ser satisfactorio si las volatilidades implícitas permanecen relativamente constantes, pero supongamos que la volatilidad implícita at-the-money se duplica del 20% al 40%. También cabe esperar que la volatilidad en cada ejercicio se duplique. Un precio de ejercicio que antes tenía una volatilidad implícita del 25% tendrá ahora una volatilidad implícita del 50%, y un precio de ejercicio que antes tenía una volatilidad implícita del 18% tendrá ahora una volatilidad implícita del 36%. Podemos calibrar mejor el eje y expresando la volatilidad a cada precio de ejercicio como un porcentaje de la volatilidad implícita at-the-money. Con una volatilidad implícita at-the-money del 20%, una volatilidad implícita del 25% se expresaría como $25/20 = 125\%$. Una volatilidad implícita del 18% se expresaría como $18/20 = 90\%$. Y una volatilidad implícita igual a la volatilidad implícita money se expresaría como $20/20 = 100$ por ciento. En [la Figura 24-7](#), se ha recalibrado el eje y para la muestra de sesgos del FTSE 100 utilizando este at-the-enfoque.

Figura 24-7 Volatilidades implícitas del FTSE 100, 16 de marzo de 2012.



[La Figura 24-7](#) es típica de muchos índices bursátiles, ya que muestra un sesgo de inversión muy pronunciado, con los precios de ejercicio más bajos significativamente inflados en comparación con los precios de ejercicio más altos. En [la Figura 24-8](#) se muestra un conjunto diferente de sesgos, para las opciones sobre trigo. En este ejemplo, las asimetrías muestran más curvatura, pero los precios de ejercicio más altos están algo más inflados, como suele ocurrir con las asimetrías de demanda o de materias primas. Los skews también parecen mostrar menos consistencia entre los diferentes meses de vencimiento que el FTSE 100. Mientras que los sesgos en un producto financiero tienden a ser similares en los distintos de vencimiento, los sesgos en un mercado de materias primas pueden variar a menudo en los distintos vencimientos, quizás debido a consideraciones de volatilidad estacional o a desequilibrios de la oferta y la demanda a corto plazo.

Figura 24-8 Volatilidades implícitas del trigo, 27 de enero de 2012.



El método anterior de modelar un sesgo es utilizado por muchos operadores, pero en ningún caso pretende ser definitivo. A menudo es necesario realizar ajustes para evitar que el modelo genere volatilidades o valores teóricos ilógicos. Por ejemplo, a medida que reducimos la volatilidad, una opción out-of-the-money se sale más del dinero porque se aleja un mayor número de desviaciones estándar del precio subyacente. Pero en una inversión sesgada, a medida que una opción de venta se aleja más del dinero, su volatilidad aumenta - está "escalando el sesgo". Si el sesgo es lo suficientemente pronunciado, el aumento de la volatilidad puede hacer que aumente el valor teórico de la opción de venta. Esto es intrínsecamente ilógico porque esperamos que todos los valores de las opciones disminuyan si reducimos la volatilidad.

Asimetría y curtosis

La forma del sesgo no es constante. A medida que cambian las condiciones del mercado, también cambian los precios de las opciones, lo que a menudo provoca cambios en la forma de la asimetría. Dos cambios comunes tienen que ver con la inclinación y la curvatura del sesgo. La inclinación, que define cuánto difieren las volatilidades implícitas de los precios de ejercicio más bajos de las volatilidades implícitas de los precios de ejercicio más altos, suele denominarse *asimetría*. Esto se deduce lógicamente de la definición de asimetría [del capítulo 23](#) (véase [la figura 23-10](#)). Si la distribución de probabilidad tiene una cola izquierda más larga (asimetría negativa), existe una mayor probabilidad de grandes movimientos a la baja, lo que se traduce en una mayor demanda de precios de ejercicio más bajos. Si la distribución tiene una cola derecha más larga (asimetría positiva), hay una mayor probabilidad de grandes movimientos al alza y, en consecuencia, una mayor demanda de precios de ejercicio más altos. En [la Figura 24-9](#) se muestran ejemplos de asimetría positiva y negativa.

Figura 24-9 Asimetría.

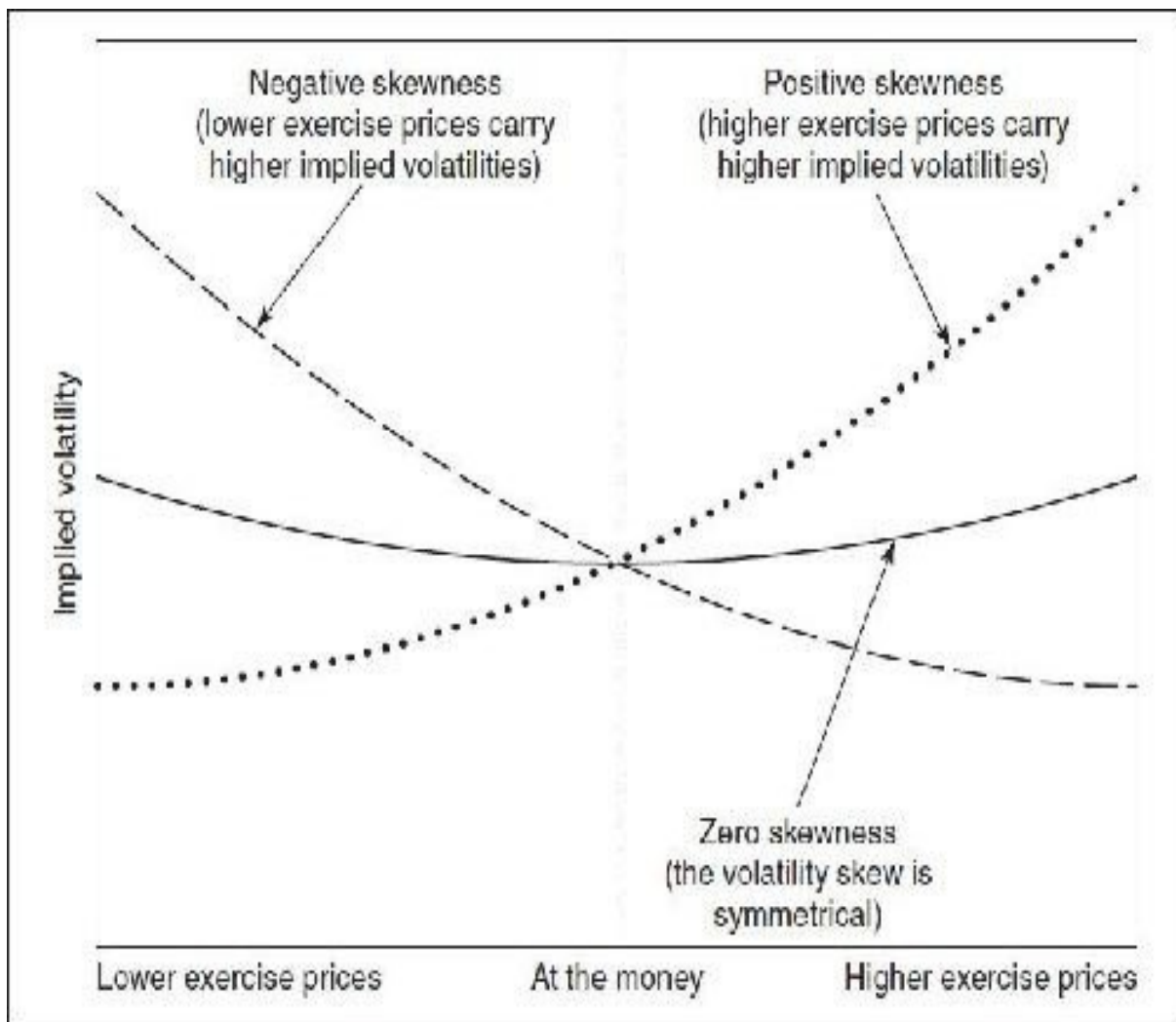
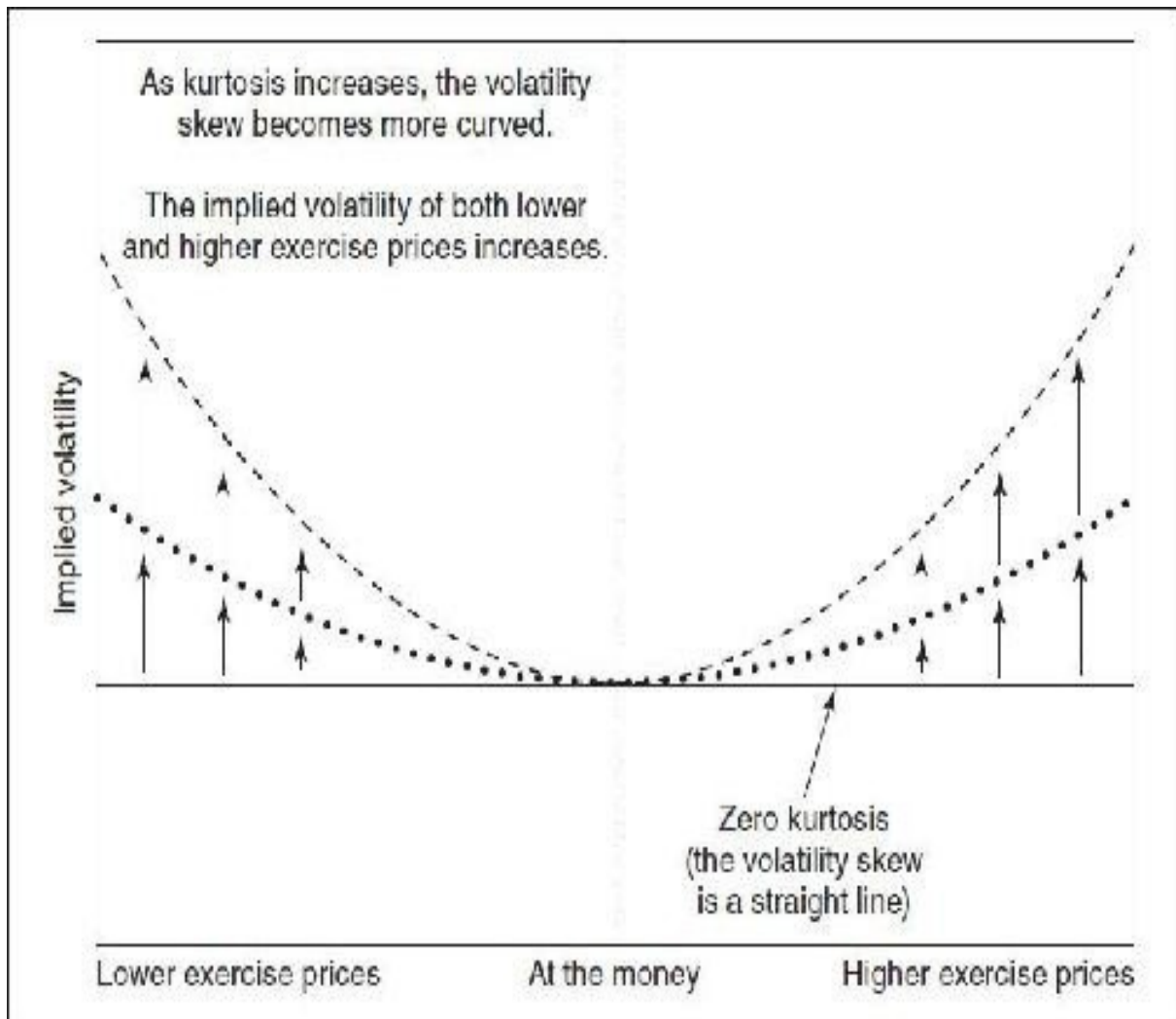
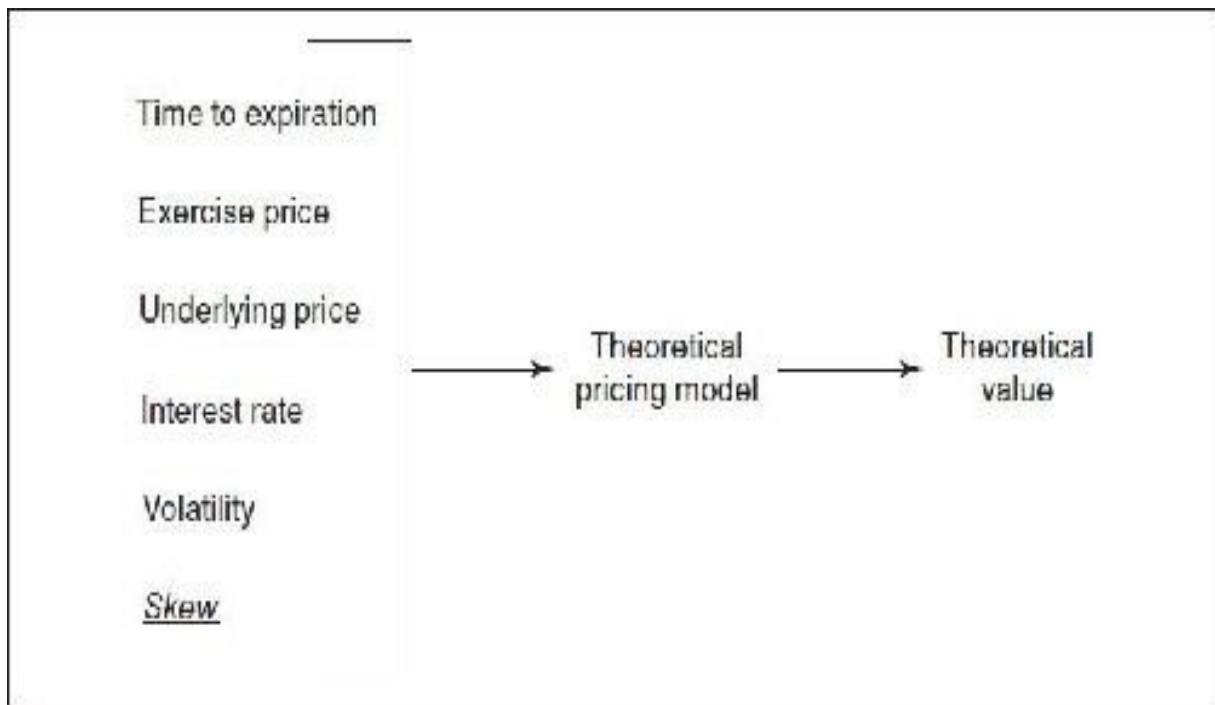


Figura 24-10 Curtosis.



La curvatura, o *curtosis*, define cuánto se inflan las volatilidades implícitas de los precios de ejercicio más altos y más bajos en comparación con la volatilidad implícita at-the-money. Esto también se deduce lógicamente de la definición del [Capítulo 23](#) (véase [la Figura 23-11](#)). Si la distribución de probabilidad tiene "colas gordas", hay una mayor probabilidad de grandes movimientos en cualquier dirección. En consecuencia, habrá una mayor demanda de opciones out-of-the-money (curtosis positiva). Ejemplos de curtosis positiva creciente se muestran en [la Figura 24-10](#).⁽⁴⁾

Figura 24-11 La inclinación como entrada del modelo.



Podríamos pensar en la desviación como una entrada en un modelo teórico de fijación de precios ([Figura 24-11](#)), pero la desviación se introduce en el modelo como una fórmula en lugar de como un único número. Como con cualquier dato de entrada, será útil determinar la sensibilidad del valor de una opción o de la posición de una opción a los cambios en la forma del sesgo.

Las sensibilidades asociadas a un sesgo dependerán del modelo de sesgo que se utilice. Por ejemplo, supongamos un modelo polinómico de segundo grado muy sencillo en el que la volatilidad y a un precio de ejercicio x viene dada por

$$y = a + bx + cx^2$$

En este modelo, el valor de a es la volatilidad base, normalmente la volatilidad implícita de las opciones at-the-money. Los valores de b y c representan la asimetría y la curtosis, respectivamente, del sesgo de la volatilidad. Podemos subir o bajar el valor de a según suba o baje la volatilidad implícita. Podemos aumentar o disminuir el valor de b para aumentar o disminuir la asimetría. Y podemos aumentar o disminuir el valor de c para aumentar o disminuir la curtosis. b puede ser positivo o negativo dependiendo de si se inflan los precios de ejercicio más altos o más bajos. Para los mercados que cotizan en bolsa, el valor de c es casi siempre positivo porque las distribuciones de probabilidad de estos mercados siempre presentan algunas características de cola gorda.

La sensibilidad del valor teórico de una opción a un cambio en la asimetría o la curtosis dependerá de cómo cambie el valor de a medida que aumentamos o disminuimos la

Si el aumento del valor *de b* en una unidad hará que la opción disminuya en 0,15, la opción tiene una sensibilidad de asimetría de -0,15. Si el aumento del valor de *c* en una unidad hará que la opción aumente en 0,08, la opción tiene una sensibilidad de curtosis de 0,08. Si el aumento del valor de *c* en una unidad hará que la opción aumente en 0,08, la opción tiene una sensibilidad de curtosis de 0,08. Para los operadores activos que mantienen posiciones de opciones muy grandes, las sensibilidades de asimetría y curtosis pueden representar riesgos significativos y, como ocurre con todos los riesgos, deben controlarse para garantizar que se mantienen dentro de límites aceptables.

Las unidades utilizadas para expresar la sensibilidad a la asimetría y la curtosis dependerán de cómo se haya construido el modelo de asimetría. La mayoría de los operadores eligen una unidad que representa un cambio común en los valores de asimetría y curtosis. Por ejemplo, si el valor de *b* oscila comúnmente entre 0,20 y 0,40, una unidad lógica para *b* podría ser 0,01. Si el valor unitario es un número difícil de manejar, el valor puede ajustarse incluyendo un multiplicador. Si el valor unitario de *b* es 0,001 pero deseamos expresarlo como un número entero, podemos utilizar un multiplicador de 0,001 para obtener un valor unitario de 1. El modelo se expresará entonces como

$$y = a + 0,001bx + cx^2$$

Si aumentamos el valor de inclinación de *b* en 1, en realidad lo estamos aumentando en 0,001. También se puede utilizar el mismo método para expresar *c* en unidades simples.⁵

En la mayoría de los modelos de sesgo, el precio de ejercicio at-the-money actúa como punto de pivote de modo que una opción que está exactamente en el dinero tiene una sensibilidad de asimetría y curtosis de 0. Las opciones que están en el dinero o fuera del dinero pueden tener una sensibilidad de asimetría positiva o negativa. Si aumentamos la entrada de asimetría, la volatilidad de los precios de ejercicio más altos aumentará, mientras que la volatilidad de los precios de ejercicio más bajos disminuirá. En consecuencia, los precios de ejercicio más altos tendrán valores positivos de sensibilidad a la asimetría, y los precios de ejercicio más bajos tendrán una sensibilidad negativa. Si aumentamos la curtosis, la volatilidad de las opciones con precios de ejercicio más altos y más bajos aumentará. En consecuencia, cualquier opción que no esté exactamente en el dinero tendrá una sensibilidad de curtosis positiva.

¿Qué opciones son más sensibles a los cambios de asimetría y curtosis? No hay una respuesta definitiva porque depende de las características de volatilidad del mercado y del modelo de sesgo que se utilice. Pero en muchos modelos de sesgo, las opciones de venta con deltas de -25 y las opciones de compra con deltas de +25 tienden a tener la mayor sensibilidad al sesgo. Por este motivo, una medida común de la asimetría es la diferencia entre la volatilidad implícita de la opción de venta con delta de -25 y la opción de compra con delta de +25. No existe una referencia similar para la curtosis, pero para muchos modelos, las opciones de venta con

deltas de aproximadamente -5 y las llamadas con deltas de +5 tienden a tener la mayor sensibilidad a un cambio en la curtosis.

Medidas de riesgo sesgadas

La forma en que modelemos el sesgo de volatilidad también afectará a las medidas de riesgo generadas por un modelo: delta, gamma, theta y vega. Observe de nuevo [la Figura 24-4a](#), donde el sesgo flotante se desplaza a la derecha o a la izquierda a medida que el precio subyacente sube o baja. A medida que se desplaza el sesgo, la volatilidad de algunos precios de ejercicio aumentará, mientras que la volatilidad de otros precios de ejercicio disminuirá. Este cambio en la volatilidad puede hacer que el valor de una opción y sus sensibilidades al riesgo cambien más o menos de lo esperado si no hubiera sesgo.

Por ejemplo, consideremos una opción de venta out-of-the-money con un delta de -20. Ignorando la gamma, si el precio subyacente sube 1,00, esperamos que el valor de la opción disminuya en 0,20. Pero en una inversión sesgada, como la de [la Figura 24-4a](#), a medida que sube el precio subyacente, la volatilidad de una opción de venta out-of-the-money aumentará a medida que se aleje más del dinero. Si la opción tiene una vega de 0,10 y el cambio en el sesgo hace que la volatilidad implícita de la opción aumente un 0,5 por ciento, la mayor volatilidad hará que el valor de la aumente un $0,5 \times 0,10 = 0,05$. En consecuencia, la opción sólo disminuirá en 0,15, una disminución de 0,20 debida a un cambio en el precio subyacente combinada con un aumento de 0,05 debido al incremento de la volatilidad implícita. La opción tiene *una delta sesgada o ajustada* de -15.

La inclusión de un sesgo de volatilidad en un modelo de fijación de precios afectará al cálculo de todas las medidas de riesgo de las opciones y puede complicar enormemente la capacidad de un operador para gestionar el riesgo. Para muchos operadores, puede ser mejor simplificar las cosas, quizás utilizando un modelo de volatilidad sesgada para generar valores teóricos mientras se utiliza un modelo tradicional para calcular delta, gamma, theta y vega. Para un operador activo que mantiene grandes posiciones en opciones, calcular con precisión las sensibilidades sesgadas es mucho más importante, ya que el valor total de la posición puede cambiar muy rápidamente si cambian las condiciones del mercado. Los ingenieros financieros de las empresas profesionales de negociación de opciones suelen encargarse de desarrollar métodos para calcular con precisión los valores teóricos y las sensibilidades al riesgo utilizando un modelo de volatilidad sesgada. Pero es poco probable que incluso el modelo más sofisticado genere valores que modelen exactamente los precios de las opciones en todas las condiciones de mercado. Un modelo puede ayudar, pero siempre tendrá limitaciones.

Combinando la estructura temporal de la volatilidad a lo largo de las fechas de vencimiento con el

volatilidad a través de los precios de ejercicio, podemos formar una *superficie de volatilidad*. Aunque a veces es difícil de visualizar, una superficie de volatilidad puede permitir a un operador ver más fácilmente las características básicas de volatilidad de un mercado de opciones. Cuantos más precios de ejercicio y fechas de vencimiento estén disponibles, más precisa será la superficie de volatilidad. En [las figuras 24-12 y 24-13](#) se muestran ejemplos de superficies de volatilidad para las opciones sobre el FTSE 100 y sobre el trigo. En ese momento, el índice FTSE 100 cotizaba a 5.966 y el contrato de futuros de trigo a un mes cotizaba a 647.

Figura 24-12 Superficie de volatilidad del FTSE 100, 16 de marzo de 2012.

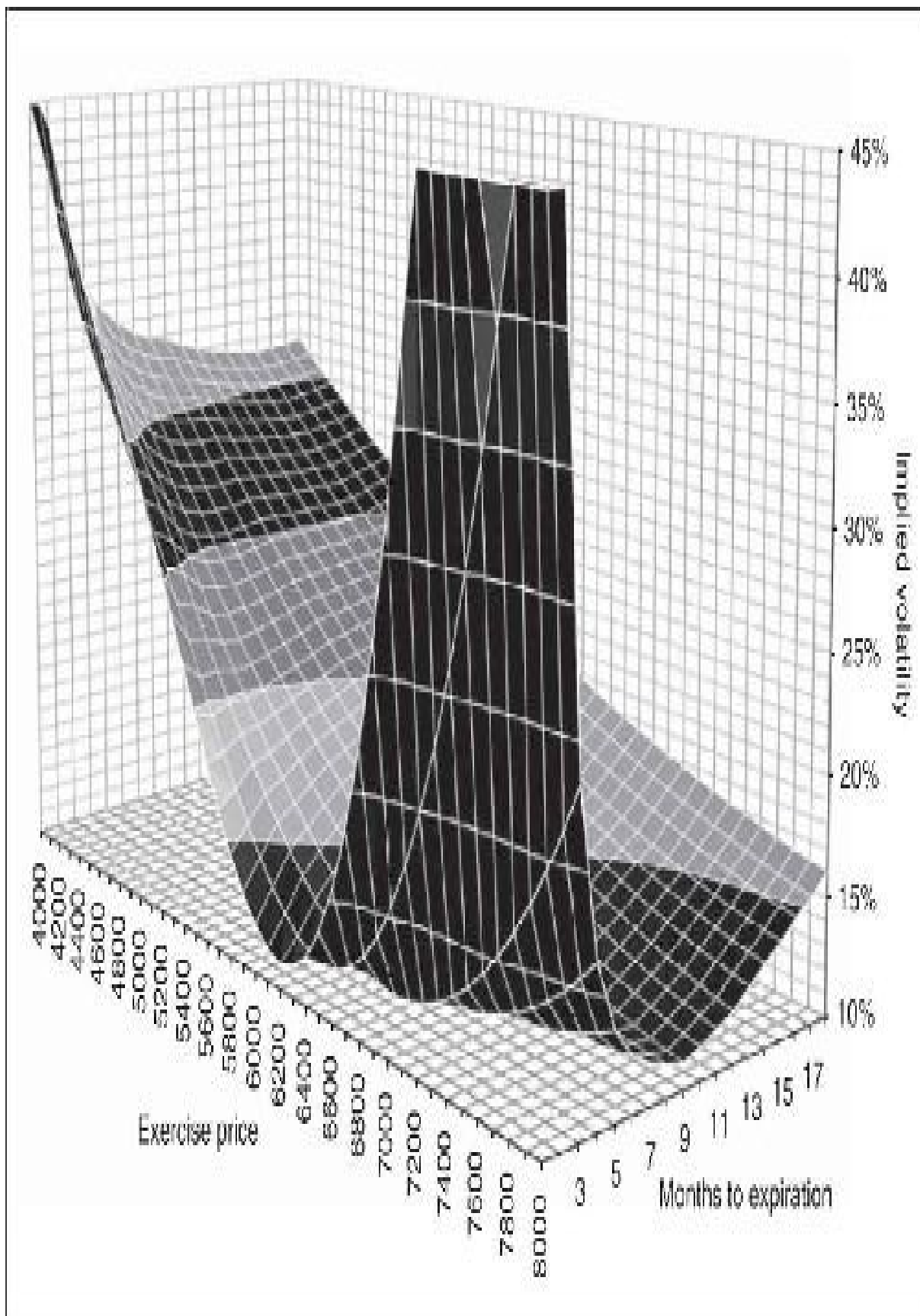
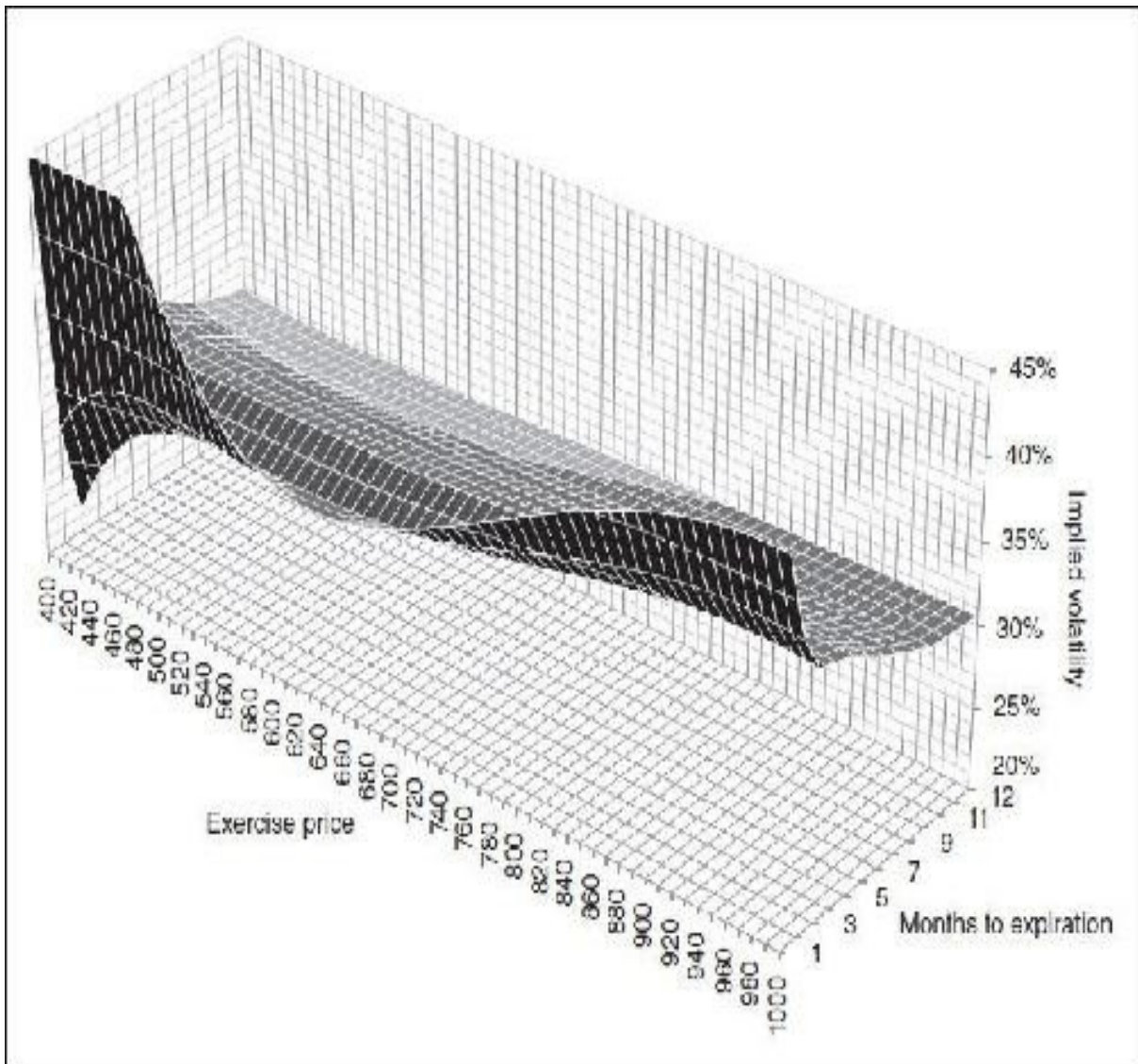


Figura 24-13 Superficie de volatilidad del trigo, 27 de enero de 2012.



Desplazar la volatilidad

Los operadores llevan mucho tiempo observando que, en muchos mercados de opciones, la volatilidad implícita tiende a cambiar a medida que lo hace el precio del contrato subyacente. Algunos mercados muestran una relación directa entre el movimiento del precio subyacente y los cambios en la volatilidad implícita: cuando el precio subyacente sube, la volatilidad implícita tiende a subir; cuando el precio subyacente baja, la volatilidad implícita tiende a bajar. Esto es típico de los mercados con un sesgo de demanda, como los productos agrícolas y energéticos. Otros mercados pueden mostrar una relación inversa: cuando el precio subyacente

sube, la volatilidad implícita tiende a bajar; cuando el precio subyacente baja, la volatilidad implícita tiende a subir. Esto es típico de los mercados con un sesgo inversor, como los mercados de acciones e índices bursátiles.

A efectos tanto de la evaluación de opciones como de la gestión del riesgo, muchos operadores intentarán incorporar esta característica a un modelo de valoración de opciones. Una posible solución teórica es el modelo CEV al que se hace referencia en [el Capítulo 23](#). Pero este modelo puede ser matemáticamente complejo y requiere entradas adicionales, todo lo cual dificulta su uso. Pero este modelo puede ser matemáticamente complejo y requiere entradas adicionales, todo lo cual dificulta su uso. Como alternativa, muchos operadores utilizan simplemente un modelo "casero" que desplaza la volatilidad hacia arriba o hacia abajo de forma coherente con las características de volatilidad observadas en un mercado. Sin embargo, ningún modelo generará valores precisos en todas las condiciones, porque la volatilidad implícita cambia a menudo de formas que parecen desafiar incluso al mejor modelo.

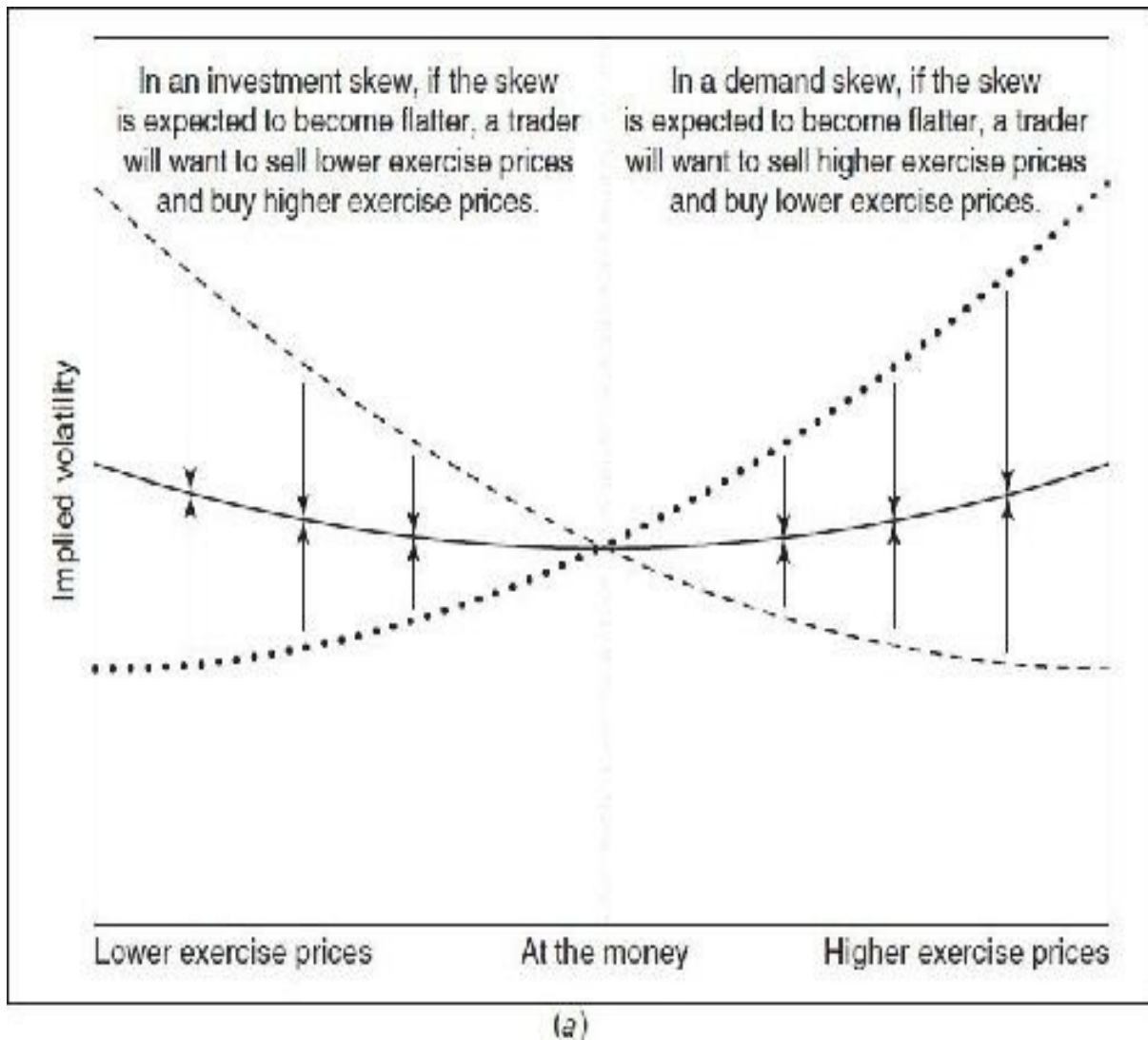
Un cambio en la volatilidad también puede afectar a los riesgos asociados a una posición. Consideremos un operador que compra un straddle at-the-money. Ignorando consideraciones de interés y ligeros ajustes para una distribución lognormal, la posición del operador es aproximadamente delta neutral: la opción de compra tiene un delta de 50, y la opción de venta tiene un delta de -50. Pero delta neutral significa que el operador no tiene ninguna preferencia particular por el movimiento del mercado en un sentido o en otro. Pero delta neutral significa que el operador no tiene ninguna preferencia particular por el movimiento del mercado en una dirección u . ¿Es esto cierto? Si esta posición se toma en un mercado de índices bursátiles, el operador en realidad tiene preferencia por un movimiento a la baja porque prefiere una mayor volatilidad, algo que es más probable que ocurra en un mercado bajista. Aunque la posición pueda ser delta neutra en un mundo teórico, en el mundo real es delta negativa. Por otro lado, si esta posición se toma en un mercado de materias primas, donde es probable que el mercado se vuelva más volátil cuando suban los precios, el operador tiene realmente una posición delta positiva. Por supuesto, puede resultar difícil determinar la delta real de cualquiera de las dos . Dependerá de lo rápido que suba o baje la volatilidad a medida que cambie el precio subyacente. Pero en ninguno de los dos casos la posición es realmente delta neutral.

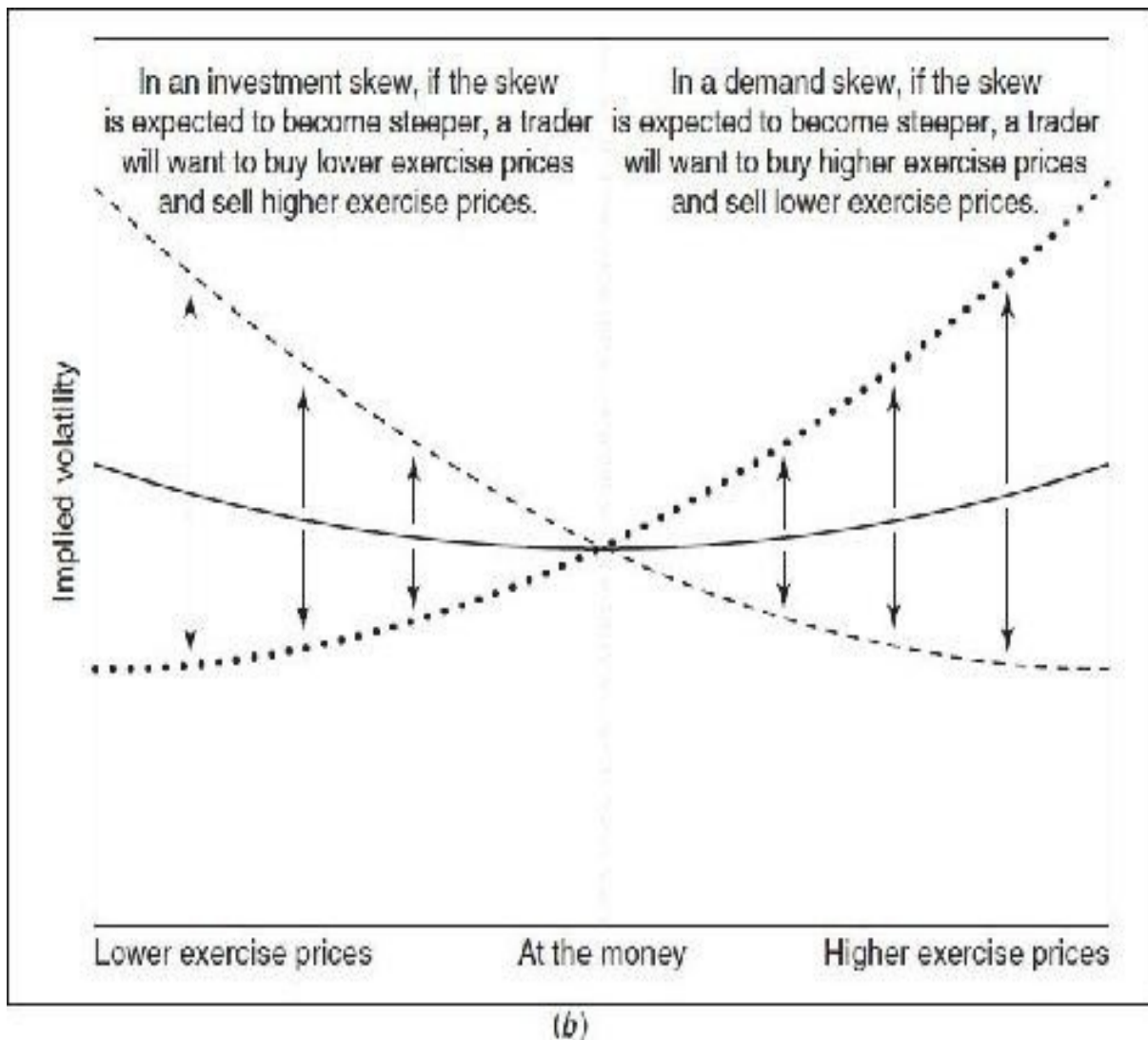
Estrategias de asimetría y curtosis

Al igual que un operador puede tener una opinión sobre la dirección del movimiento en un mercado (estrategias delta) o sobre la volatilidad implícita y realizada (estrategias vega y gamma), un operador también puede tener una opinión sobre la forma del sesgo de la volatilidad. Podemos ver en [la Figura 24-14](#) que, dependiendo del tipo de sesgo y de si un operador espera que el sesgo sea más pronunciado o más plano, el operador hará lo siguiente

comprar precios de ejercicio más bajos y vender precios de ejercicio más altos, o viceversa. Para ello, lo más habitual es utilizar opciones out-of-the-money, a menudo opciones de compra 25 delta y opciones de venta -25 delta, ya que estas opciones tienden a ser más sensibles a los cambios en la pendiente del sesgo.

Figura 24-14 (a) Disminución de la asimetría. (b) Asimetría creciente.





Si una operación sesgada no está cubierta, la posición tendrá claramente una delta positiva (opciones de compra largas y opciones de venta cortas) o negativa (opciones de venta largas y opciones de compra cortas). Un operador que desee centrarse únicamente en "comprar sesgo" o "vender sesgo" debe compensar la posición delta, normalmente con una posición delta opuesta en el contrato subyacente. Cuando se hace esto, toda la estrategia suele denominarse *inversión de riesgo*. Con el contrato subyacente cotizando a un precio cercano a 100, las siguientes son inversiones de riesgo típicas (los valores delta están entre paréntesis):

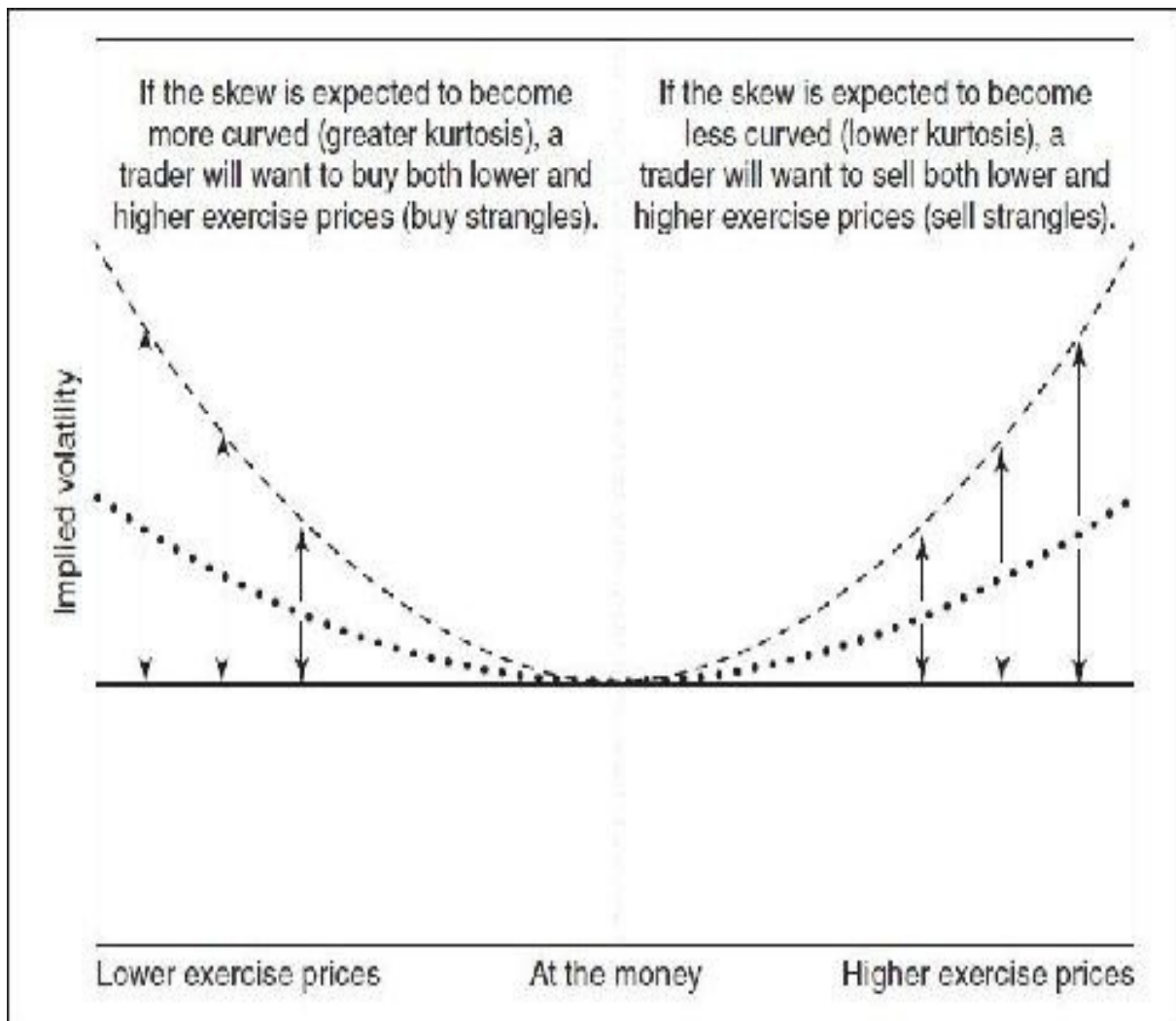
- +10 Junio 95 puts (-25)
- 10 de junio 105 llamadas (+25)
- +5 contratos subyacentes

-30 Diciembre 90 puts (-15)
+30 Diciembre 110 llamadas (+15)
-9 contratos subyacentes

En estos ejemplos, las opciones de compra y de venta tienen el mismo delta, pero esto no es un requisito. Lo más habitual es que las opciones de compra y de venta se elijan con los mismos valores de vega⁽⁶⁾. De este modo se garantiza que la posición sea neutra en vega al inicio y, por tanto, sensible principalmente a los cambios en la pendiente del sesgo en lugar de a los cambios en volatilidad global implícita. Por supuesto, a medida que cambian las condiciones del mercado, el delta, gamma y vega de la posición cambiarán casi con toda seguridad. Cuando esto ocurra, el operador tendrá que decidir si mantiene la posición y, en caso afirmativo, cuál es la mejor manera de gestionar el riesgo delta, gamma y vega. Las características de riesgo de una inversión de riesgo típica se analizaron en [el Capítulo 21](#).

Al igual que un operador puede tener una opinión sobre la asimetría, la pendiente de un sesgo de volatilidad, un operador también puede tener una opinión sobre la curtosis, la curvatura de un sesgo de volatilidad. Si se espera que la curtosis aumente, los precios de las opciones tanto a precios de ejercicio más bajos como más altos aumentarán. Por lo tanto, un operador querrá comprar estrangulamientos comprando tanto opciones de compra fuera de dinero como opciones de venta fuera de dinero. Si se espera que la curtosis disminuya, los precios de las opciones tanto a precios de ejercicio más bajos como más altos disminuirán. Un operador querrá vender estrangulamientos vendiendo tanto opciones de compra como opciones de venta fuera de dinero. Esto se muestra en [la Figura 24-15](#).

Figura 24-15 Curtosis ascendente y descendente.



Si un operador "compra" curtosis comprando estrangulamientos o "vende" curtosis vendiendo estrangulamientos, la posición también será sensible a los cambios globales de la volatilidad porque la posición tendrá una vega positiva o negativa muy pronunciada. Incluso si el operador acierta en su evaluación de la curtosis, la posición puede verse afectada negativamente por los cambios generales de la volatilidad implícita. Si el operador desea centrarse únicamente en la curtosis, tendrá que neutralizar su posición vega sin cambiar la curtosis de la posición. Dado que las opciones at-the-money son neutras con respecto a la curtosis, el operador puede conseguirlo tomando una posición vega compensatoria en straddles at-the-money. Suponiendo que los strangles y straddles seleccionados sean delta neutrales, toda la posición también será delta neutral. Con el contrato subyacente cotizando a un precio cercano a 100, las siguientes son posiciones típicas de curtosis (los valores de vega están entre paréntesis):

Long strangles:	+35 June 90 puts (0.11)
	+35 June 110 calls (0.12)
Short straddles:	-20 June 100 calls (0.20)
	-20 June 100 puts (0.20)

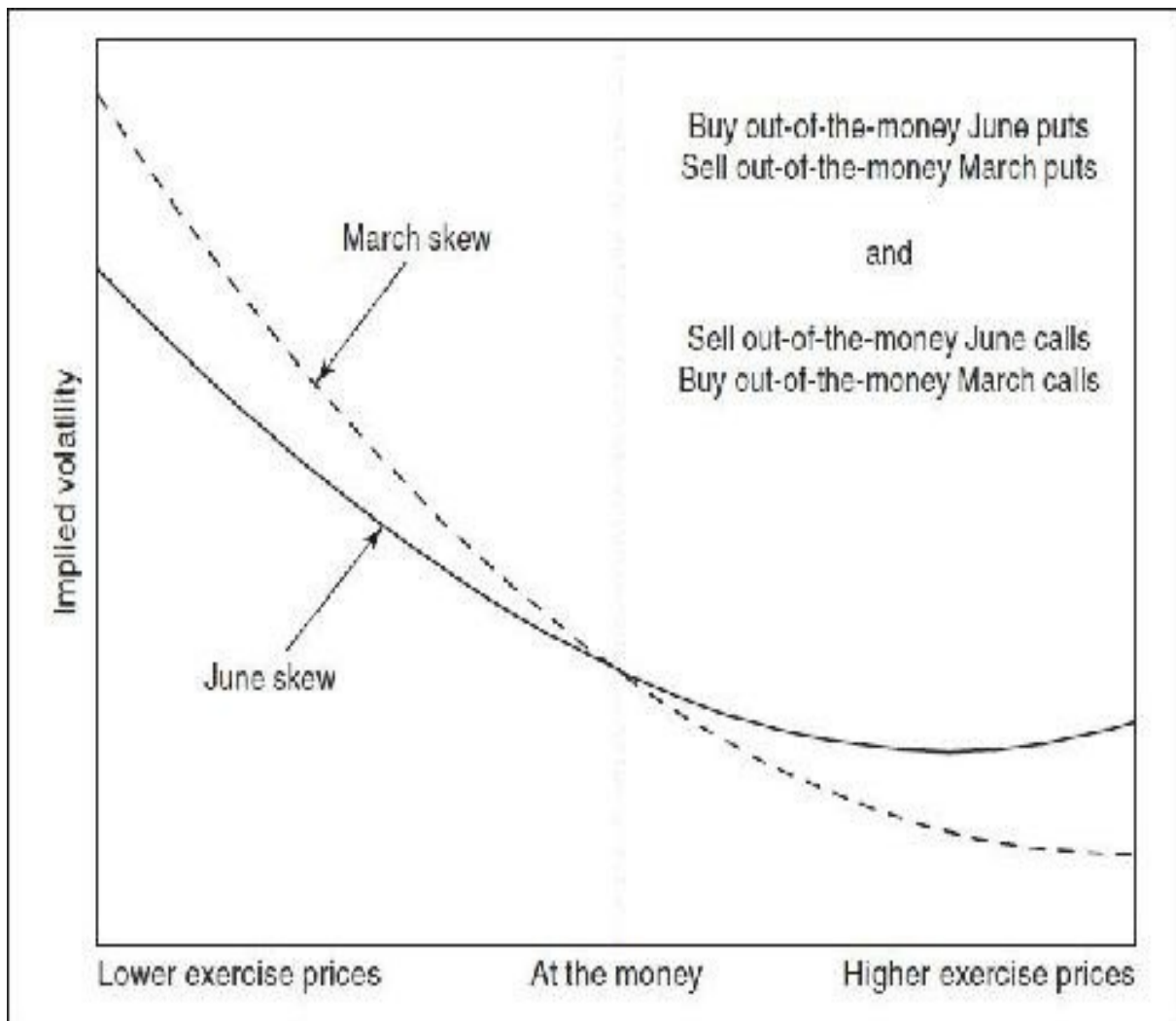
or

Short strangles:	-26 December 80 puts (0.08)
	26 December 120 calls (0.09)
Long straddles:	+10 December 100 calls (0.22)
	+10 December 100 puts (0.22)

Si una posición de curtosis está formada por un estrangulamiento que tiene exactamente la mitad de la vega del estrangulamiento, una posición de vega neutra constará de dos estrangulamientos por cada estrangulamiento. Cuando se hace en esta proporción de 2×1 , la posición se denomina a veces *libélula*.

Una opinión sobre sesgo y curtosis también puede incorporarse a otras estrategias. Considere los sesgos de [la Figura 24-16](#) sobre el mismo producto subyacente pero para diferentes meses de vencimiento. Si un operador no tiene opinión sobre si una de las horquillas está mal valorada individualmente, pero cree que las horquillas están mal valoradas entre sí, una estrategia lógica podría ser tomar una posición de horquilla en un mes de vencimiento y una posición de horquilla opuesta en el otro mes. Por ejemplo, un operador podría comprar opciones de venta fuera de dinero en junio y vender opciones de venta fuera de dinero en marzo. Al mismo tiempo, puede vender opciones de compra fuera de dinero en junio y comprar opciones de compra fuera de dinero en marzo. De hecho, el operador ha comprado diferenciales de calendario de opciones de venta y ha vendido diferenciales de calendario de opciones de compra. Si el sesgo es única consideración (el operador no tiene opinión sobre si la volatilidad implícita es alta o baja), el operador tratará de tomar una posición que sea vega neutral eligiendo diferenciales de calendario que tengan aproximadamente la misma vega. Cualquier delta residual cubrirse con el contrato subyacente.

Figura 24-16 Sesgo comprador y vendedor en diferentes meses de vencimiento.

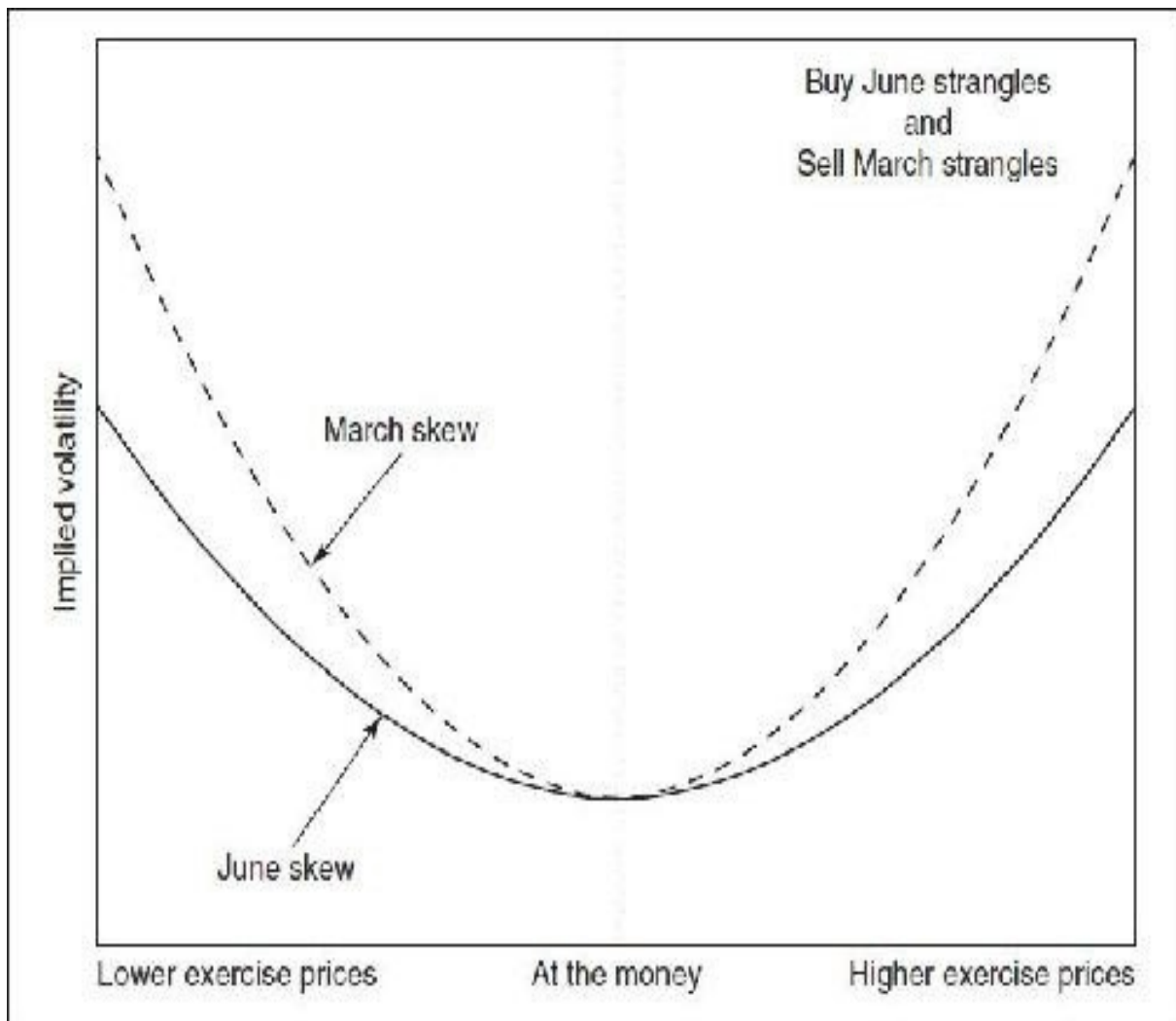


Si, además de una opinión sobre el sesgo, un operador también tiene una opinión sobre la volatilidad implícita relativa en diferentes meses de vencimiento, puede tenerla en cuenta a la hora de elegir una estrategia. Si un operador cree que la volatilidad implícita en junio es baja en comparación con la volatilidad implícita en marzo, considerará la posibilidad de comprar diferenciales de calendario, es decir, comprar opciones de junio y vender opciones de marzo. Si, al mismo tiempo, el operador también cree que los sesgos están mal valorados entre , como en la [Figura 24-16](#), elegirá diferenciales de calendario que tengan en cuenta ambas relaciones. Ahora querrá comprar diferenciales de calendario de opciones de venta: comprar opciones de venta de junio fuera de dinero y vender opciones de venta de marzo fuera de dinero. De este modo, el operador aprovecha tanto la volatilidad implícita como el sesgo. Tenga en cuenta que el operador evitará los diferenciales de calendario de compra porque la volatilidad y la asimetría tenderán a compensarse . Las opciones de compra de junio son demasiado caras con respecto al sesgo, pero las opciones de compra de marzo son demasiado caras con respecto al sesgo.

con respecto a la volatilidad implícita. Si el operador cree que la volatilidad implícita de junio es alta en comparación con la de marzo, ahora optará por vender diferenciales de calendario de compra porque las opciones de compra de junio son demasiado caras con respecto tanto a la volatilidad implícita como al sesgo.

El mismo enfoque se puede utilizar cuando la curtosis en dos meses de vencimiento diferentes parece estar mal valorada, como se muestra en la [Figura 24-17](#). Ahora el operador podría considerar comprar estrangulamientos de junio y vender estrangulamientos de marzo. Ahora, un operador podría considerar la compra de estrangulamientos de junio y la venta de estrangulamientos de marzo. Si se trata de una simple estrategia de curtosis en un solo mes de vencimiento, será necesario compensar la vega comprando straddles at-the-money. Pero un operador puede evitar esta complicación eligiendo estrangulamientos en los dos meses de vencimiento diferentes que tengan aproximadamente los mismos valores de vega. Esto asegura que toda la estrategia es sensible sólo a los cambios en la curtosis. Si, al mismo tiempo, la volatilidad implícita de junio parece baja en comparación con la de marzo, la estrategia tiene una ventaja añadida. Las opciones de junio son baratas en comparación con las de marzo tanto con respecto a la volatilidad como a la curtosis.

Figura 24-17 Curtosis de compra y venta en diferentes meses de vencimiento.



Distribuciones implícitas

En un mundo Black-Scholes perfecto, se supone que los precios del contrato subyacente se distribuyen lognormalmente al vencimiento, y todas las opciones con la misma fecha de vencimiento deberían tener la misma volatilidad implícita. El hecho de que las opciones con diferentes precios de ejercicio tengan diferentes volatilidades implícitas debe significar que el mercado cree que la distribución de los precios subyacentes al vencimiento no es lognormal. ¿Qué distribución de probabilidad implica exactamente el mercado para el contrato subyacente a vencimiento? Podemos estimar esta distribución implícita observando los precios de las mariposas en el mercado.

Al vencimiento, una mariposa tiene un valor mínimo de 0 si el precio del subyacente

está en o fuera de las alas y un valor máximo de la cantidad entre los precios de ejercicio si el precio subyacente está exactamente en el cuerpo, o punto medio, de la mariposa. Al vencimiento, la mariposa 95/100/105 (es decir, comprar una opción de compra de 95, vender dos opciones de compra de 100, comprar una opción de compra de 105) tendrá un valor mínimo de 0 si el precio subyacente está en 95 o por debajo, o en 105 o por encima, un valor máximo de 5,00 si el precio subyacente está exactamente en 100, o alguna cantidad entre 0 y 5,00 si el precio subyacente está entre 95 y 100 o entre 100 y 105.

Supongamos que se dispone de precios de ejercicio en intervalos de cinco puntos que van de 0 a infinito:

..., 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125, 130,...

¿Cuál será el valor de la posición a vencimiento si compramos cada mariposa de cinco puntos?

...	+1 70 call	+1 75 call	...	+1 115 call	+1 120 call	...
...	-2 75 calls	-2 80 calls	...	-2 120 calls	-2 125 calls	...
...	+1 80 call	+1 85 call	...	+1 125 call	+1 130 call	...

Independientemente del precio del subyacente al vencimiento toda la posición tendrá siempre un valor de 5,00 exactamente. En consecuencia, si sumamos los precios de todas las mariposas, el valor total debe ser 5,00.⁷

Supongamos que suponemos que los únicos precios posibles al vencimiento son precios iguales a un precio de ejercicio

..., 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125, 130,...

La probabilidad de que se produzca cada precio subyacente debe ser igual al precio de esa mariposa, donde el precio interior de ejercicio es igual al precio subyacente dividido por 5,00. Si el precio de la mariposa 75/80/85 es 0,15, la probabilidad de un precio subyacente de 80 al vencimiento debe ser

$$0,15/5,00 = 0,03 \text{ (3\%)}$$

Si el precio de la mariposa 90/95/100 es 0,50, la probabilidad de un precio subyacente de 95 al vencimiento debe ser

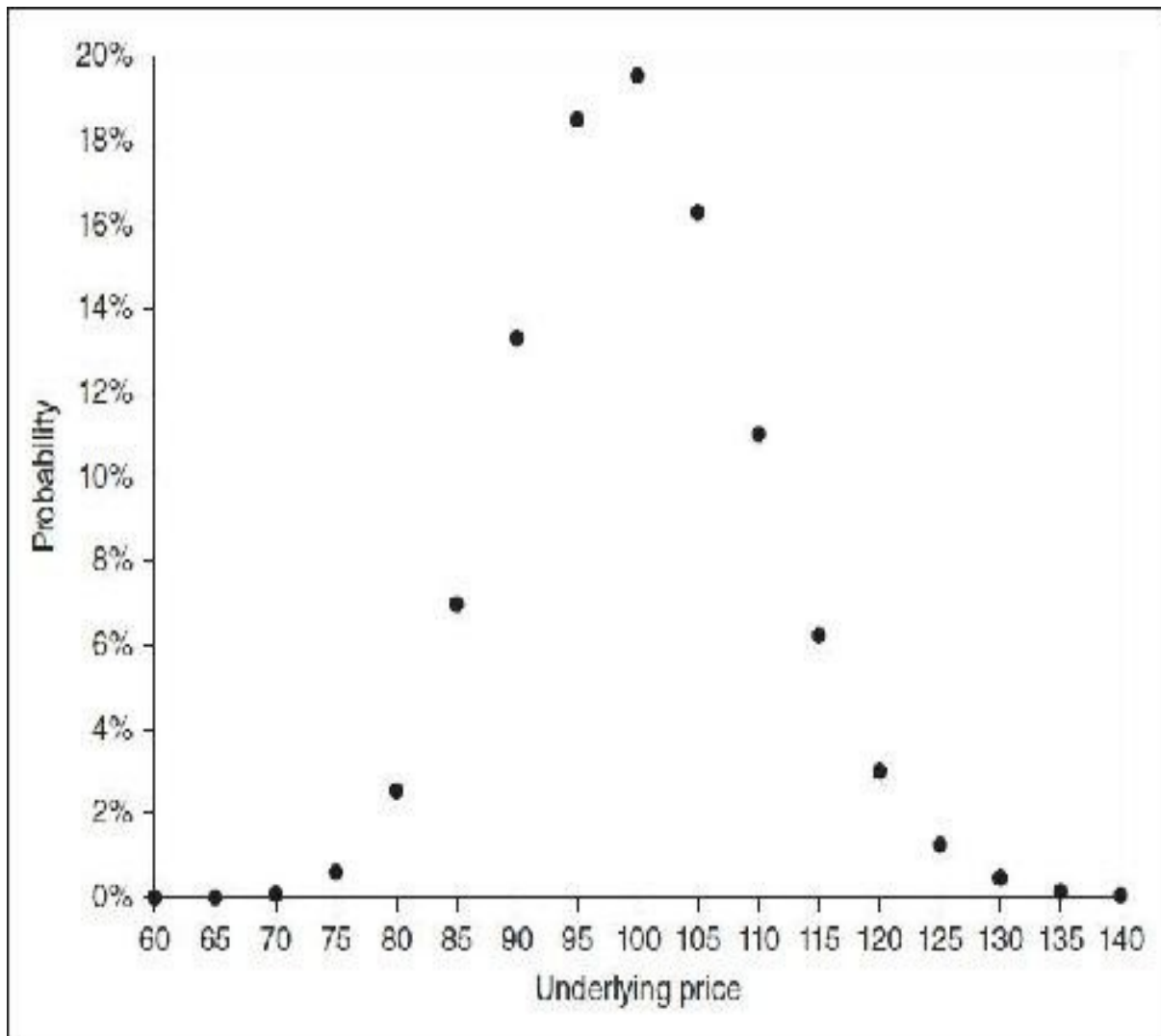
$$0,50/5,00 = 0,10 \text{ (10\%)}$$

[La figura 24-18](#) muestra una serie de valores de compra junto con los valores de mariposa resultantes para nuestra serie de precios de ejercicio.⁸ La probabilidad asociada a cada precio subyacente se determina dividiendo el valor de mariposa por el valor total de todas las mariposas, que sabemos que debe ser 5,00. (El lector tal vez desee confirmar que todos los valores de las mariposas suman 5.00 y que las probabilidades suman a 1,00, es decir, el 100%). En [la Figura 24-19](#) se muestran los precios subyacentes y sus probabilidades asociadas. Obsérvese que estos valores forman una distribución de probabilidad sesgada hacia la derecha. Esto no debería sorprender porque los valores se obtuvieron a partir del modelo Black-Scholes, que asume una distribución lognormal de los precios subyacentes.

Figura 24-18 Valores de mariposa y probabilidades.

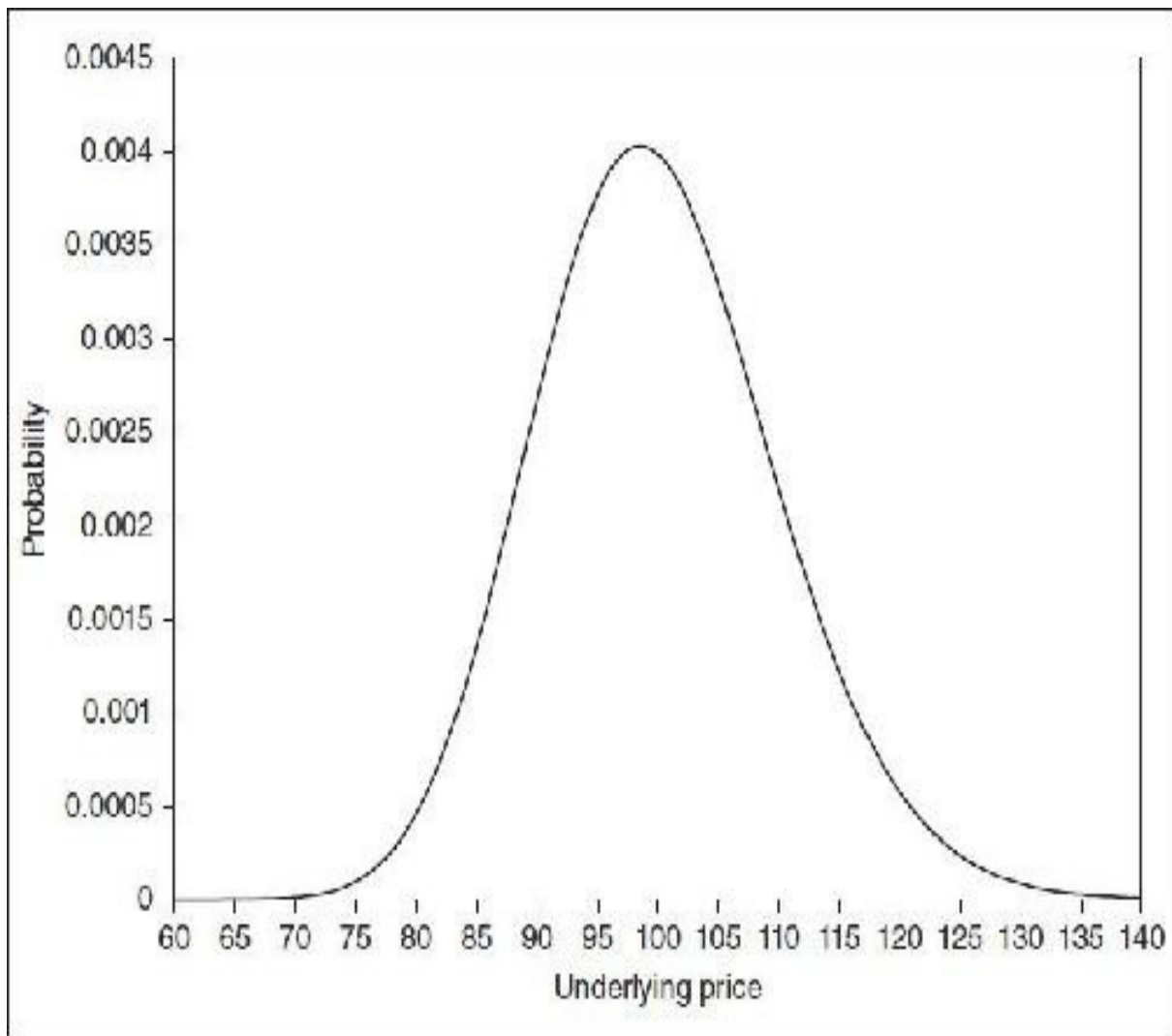
Exercise price:	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
Call value:	25.00	20.04	15.20	10.71	6.88	3.98	2.06	0.95	0.39	0.15	0.05	0.01	0
Butterfly value:	0.04	0.12	0.35	0.66	0.93	0.98	0.81	0.55	0.32	0.14	0.06	0.03	0.01
Price probability:	0.008	0.024	0.070	0.132	0.186	0.196	0.162	0.110	0.064	0.028	0.012	0.006	0.002

Figura 24-19 Una distribución de probabilidad discreta implícita a partir de los precios de las mariposas.



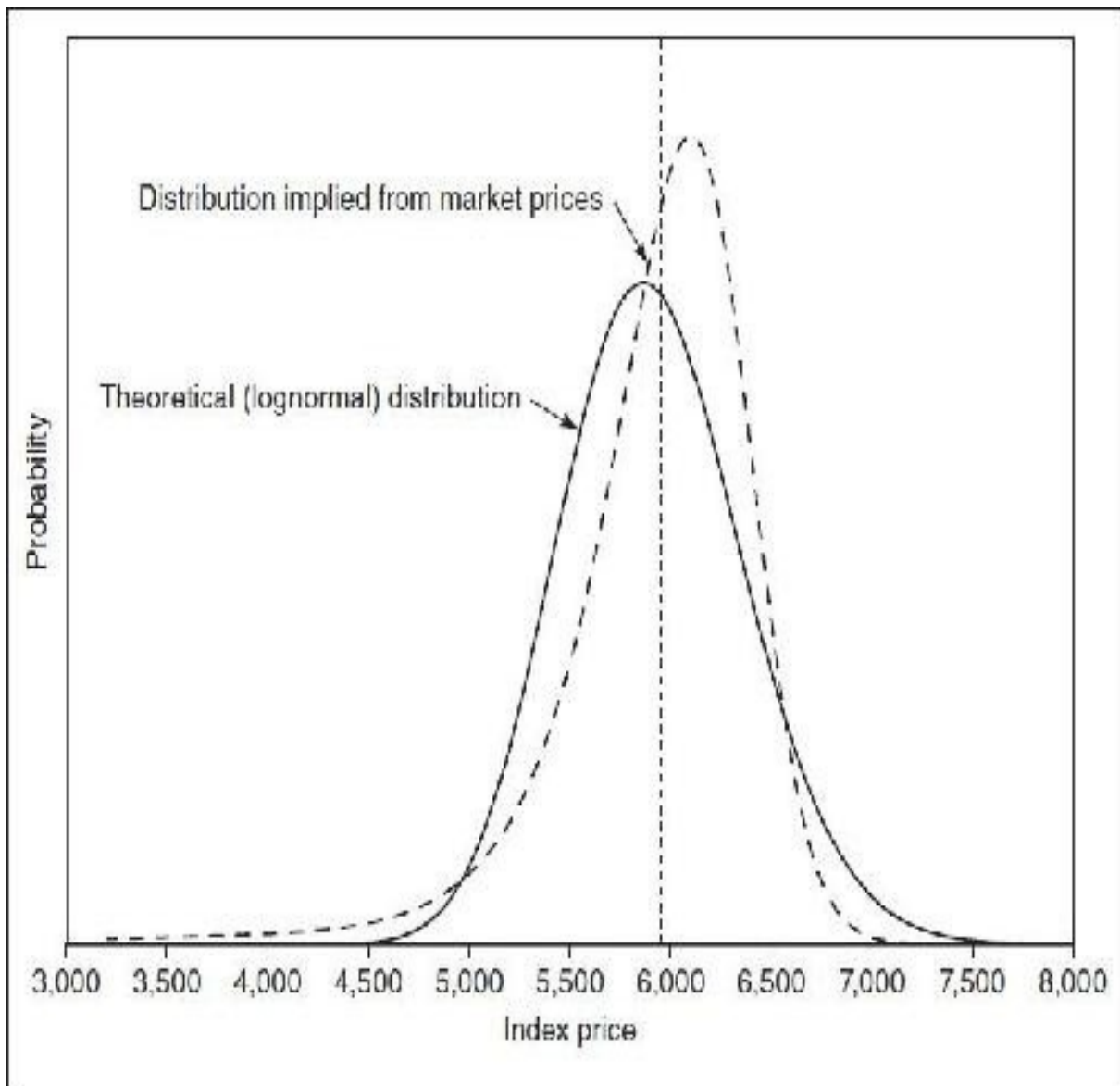
Por supuesto, la distribución de [la Figura 24-19](#) es sólo una aproximación porque incluye un número limitado de precios subyacentes. Una distribución más exacta requiere que consideremos cada vez más precios de ejercicio. Podemos hacerlo reduciendo la anchura de las mariposas. En lugar de utilizar incrementos de 5,00 podríamos utilizar incrementos de 2,00, 1,00 o 0,50. De hecho, si utilizamos incrementos infinitesimalmente pequeños, los valores de las mariposas nos permitirán construir una distribución de probabilidad continua. [La figura 24-20](#) muestra la distribución de probabilidad con el incremento entre los precios de ejercicio reducido a 0,10. Con un incremento tan pequeño, la distribución es continua. Con un incremento tan pequeño, la distribución parece casi continua.

Figura 24-20 Una distribución de probabilidad lognormal continua implícita a partir de los precios de las mariposas.



¿Cómo se compara la distribución implícita en los precios de las opciones con una distribución lognormal tradicional? La distribución implícita cambiará a medida que cambien los precios de las opciones, por lo que no puede haber una distribución implícita en todas las condiciones de mercado. Pero podemos hacernos una idea de la distribución que implica el mercado utilizando los precios de las mariposas generados por una volatilidad sesgada para derivar una distribución y comparándola con una distribución Black-Scholes con una volatilidad constante. En [la Figura 24-21](#), hemos tomado la volatilidad sesgada para las opciones del FTSE 100 mostradas en [la Figura 24-3](#) y hemos creado dos distribuciones, una a partir de los precios generados a partir de la volatilidad sesgada y otra a partir de los precios generados a partir de una volatilidad constante para cada precio de ejercicio. ¿Qué deducir de [la Figura 24-21](#)?

Figura 24-21 Distribución de precios a tres meses implícita a partir de los precios de las opciones del FTSE 100, 16 de marzo de 2012 (Índice FTSE 100 = 5.965,58).



En comparación con una distribución lognormal tradicional, el mercado parece dar a entender lo siguiente:

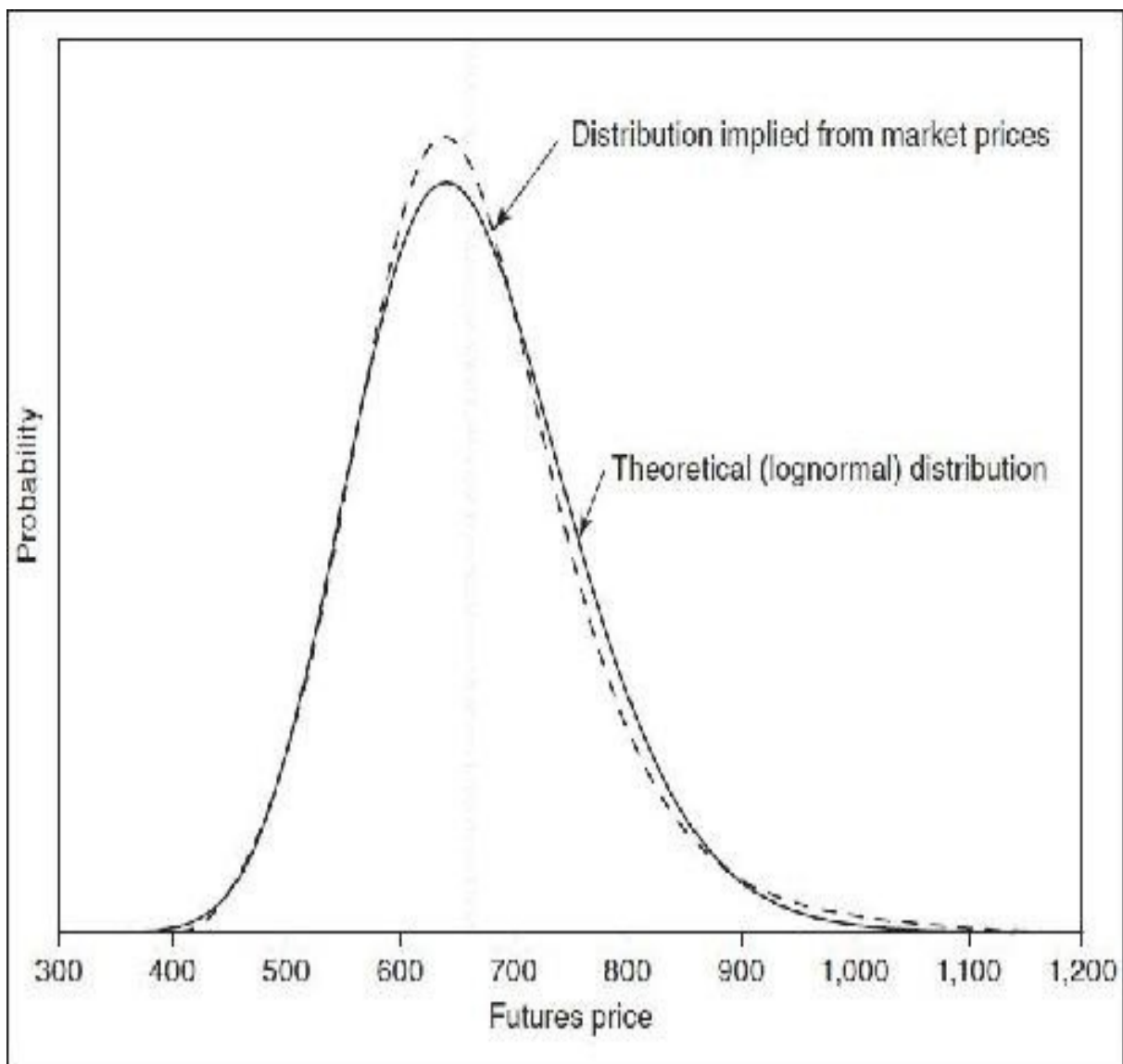
1. Mayor probabilidad de un movimiento alcista de pequeño a intermedio.
2. Mayor probabilidad de un gran movimiento a la baja
3. Menor probabilidad de un movimiento a la baja de pequeño a intermedio.
4. Menor probabilidad de un gran movimiento al alza

Esta distribución implícita es típica de la mayoría de los mercados de índices bursátiles, y muchos de estos puntos parecen coincidir con el histograma del S&P 500 de [la Figura 23-8a](#). Parece que en el mundo real se producen más movimientos pequeños de los que predice una distribución implícita.

distribución teórica. También parece haber más movimientos bajistas grandes y menos movimientos bajistas intermedios. Pero el histograma también muestra más grandes movimientos al alza, lo que no concuerda con la distribución implícita.

La [Figura 24-22](#) muestra la distribución a tres meses implícita en los precios de las opciones sobre futuros de trigo el 27 de enero de 2012. Esta distribución implícita parece ajustarse más a una distribución lognormal teórica que hace la distribución en el ejemplo del FTSE 100. Sin embargo, el mercado sigue implicando más movimientos pequeños, ligeramente menos movimientos alcistas intermedios y ligeramente más movimientos alcistas grandes que una distribución lognormal real.

Figura 24-22 Distribución de precios a tres meses implícita en los precios de las opciones de trigo, 27 de enero de 2012 (con futuros de trigo a tres meses a 661,75).



Por supuesto, [las figuras 24-21 y 24-22](#) son instantáneas de los mercados en un momento dado, y no sería prudente sacar conclusiones generales de estos ejemplos. No obstante, a menudo puede ser útil para un operador comparar sus opiniones sobre una distribución de probabilidad con la que implican los precios en el mercado. Si hay un claro desacuerdo, puede indicar el camino hacia una estrategia potencialmente rentable.

¹ El Financial Times Stock Exchange 100 Index (el FTSE 100) es el índice más seguido de Precios de las acciones en el Reino Unido.

² Por supuesto, hay inversores y operadores que toman posiciones cortas en acciones, pero son relativamente pocos en comparación con los que toman posiciones largas.

³ Un enfoque teóricamente más correcto consiste en utilizar el precio a plazo F en lugar del precio al contado, S

$$\frac{\ln(X/S)}{\sigma\sqrt{t}}$$

En este, la opción a plazo tiene una desviación típica de 0.

⁴ Dado que todos los mercados bursátiles parecen presentar una curtosis positiva, ignoramos los sesgos de curtosis negativa.

⁵ Cuando los operadores utilizan los términos *asimetría* y *curtosis* (o *asimetría* y *curtosis* para abreviar), no siempre está claro si se refieren a los datos del modelo (los valores de b y c en nuestro ejemplo) o a la sensibilidad del valor de la opción a un cambio en estos datos. Normalmente, un operador se referirá a las sensibilidades como la asimetría o la curtosis de la opción. O el operador se referirá a su posición de asimetría y curtosis: la sensibilidad de toda su posición a un cambio de una unidad en las variables de asimetría o curtosis.

⁶ Una inversión de riesgo que sea vega neutra tenderá a ser gamma neutra, aunque no siempre será así. Un operador puede tener que decidir si es más importante que la inversión de riesgo sea vega neutra o gamma neutra.

⁷ Si incluimos los tipos de interés y las opciones están sujetas a una liquidación de tipo bursátil, el total será el valor actual de 5,00.

⁸ Los valores de la Figura 24-18 corresponden, aproximadamente, a valores Black-Scholes utilizando un precio subyacente de 100, tres meses hasta el vencimiento, una volatilidad del 20% y un tipo de interés del 0.

Contratos de volatilidad

Los contratos de volatilidad han sido uno de los mayores éxitos del mercado de derivados. Permiten a los participantes en el mercado seguir estrategias que antes eran imposibles o, incluso en las mejores condiciones, difíciles de ejecutar. Pero los contratos de volatilidad tienen características inusuales, y cualquier operador que desee sacar el máximo partido de estos contratos debe estar plenamente familiarizado con estas características.

Antes de la introducción de las opciones y de los modelos de fijación de precios de las opciones, los operadores no disponían de ningún método eficaz para captar el valor de la volatilidad o para beneficiarse de la percepción de una valoración errónea de la volatilidad en el mercado. Sin embargo, una vez que se introdujeron las opciones cotizadas, fue posible utilizar la volatilidad implícita en un mercado de opciones para determinar cómo estaba valorando la volatilidad el mercado. En [el Capítulo 8](#), mostramos que un operador podía entonces capturar una valoración errónea de la volatilidad comprando o vendiendo opciones y cubriendo dinámicamente la posición durante la vida de la opción.

Todo esto suena muy bien en teoría, pero en el mundo real, las cosas no son tan sencillas. Incluso si de alguna manera somos capaces de mirar hacia el futuro y determinar la verdadera volatilidad del contrato subyacente a lo largo de la vida de la opción, los resultados reales de cualquier estrategia de cobertura dinámica diferirán casi con toda seguridad de los resultados predichos por el modelo teórico de fijación de precios. Esto se debe a menudo a los puntos débiles de los modelos teóricos tradicionales de fijación de precios, muchos de los cuales ya hemos en [el capítulo 23](#):

El orden en que se producen los cambios de precios puede afectar a los resultados de una estrategia de cobertura dinámica.

Si se producen desfases en el precio del subyacente, puede que no sea posible comprar o vender el contrato subyacente de forma coherente con el proceso de cobertura dinámica.

Los rendimientos de un contrato subyacente pueden no estar distribuidos normalmente.

Además de la debilidad del modelo, los costes de cubrir dinámicamente un

puede ser significativa. Cada vez que se vuelva a cubrir la posición el operador tendrá que renunciar al diferencial entre la oferta y la demanda, y también habrá que pagar comisiones de corretaje y de cambio. Estos costes sin duda reducirán, e incluso pueden borrar, cualquier beneficio esperado.

Incluso si uno está interesado en negociar volatilidad, los inconvenientes de utilizar un enfoque de cobertura dinámica a menudo disuadirán a un operador de utilizar opciones para negociar volatilidad. Para superar este obstáculo, los operadores han buscado un método menos complicado de aplicar estrategias de volatilidad. Esto ha llevado al desarrollo de los contratos de volatilidad, contratos que permiten a un operador tomar una posición en volatilidad sin pasar por un complejo y costoso proceso de cobertura dinámica. Al vencimiento, el valor de estos contratos depende únicamente de un cálculo de volatilidad relativamente sencillo.

Existen dos tipos principales de volatilidad: la volatilidad realizada y la volatilidad implícita. En consecuencia, existen dos tipos de contratos de volatilidad. *Los contratos de volatilidad realizada* se liquidan sobre la volatilidad realizada de un contrato subyacente durante un periodo de determinado. *Los contratos de volatilidad implícita* se liquidan sobre la volatilidad implícita de las opciones sobre un contrato subyacente en una fecha determinada.

Contratos de volatilidad realizada

Al vencimiento, el valor de un contrato de volatilidad realizada es igual a la desviación típica anualizada de los rendimientos logarítmicos de los precios durante la vigencia del contrato. Los rendimientos suelen calcularse a partir de los precios de liquidación diarios de la bolsa principal en la que se negocia el contrato. Esto significa que el factor de anualización dependerá del número de días de negociación en un año en esa bolsa en particular. Si hay 252 días de negociación, la volatilidad de liquidación será

$$\sqrt{252 \sum_{i=1}^n \frac{\ln(x_i)^2}{n}}$$

donde cada punto de datos x_i es igual a la rentabilidad diaria del precio p_i/p_{i-1} (precio de liquidación de hoy dividido por el precio de liquidación de ayer), y n es el número de días de negociación en el periodo de cálculo.

Hay dos puntos a destacar. En primer lugar, el valor de vencimiento representa la volatilidad real durante el periodo de cálculo y no una estimación de la volatilidad. En

Por lo tanto, se utiliza la desviación típica de la población en lugar de la desviación típica de la muestra, dividiendo por n en lugar de por $n - 1$. En segundo lugar, el cálculo de la volatilidad es independiente de cualquier tendencia de los precios. Por lo tanto, suponemos una media 0, utilizando $\ln(x_i)$ para cada punto de datos en lugar de $\ln(x_i) - \mu$. Estas convenciones de cálculo son comunes a la mayoría de los contratos de volatilidad realizada.

El beneficio o la pérdida al vencimiento de un contrato de volatilidad realizado dependerá del precio al que se haya realizado la operación inicial, del importe nocional de la operación y del valor del contrato al vencimiento. Si el comprador de un contrato de volatilidad realizada realiza la operación a un precio del 20 por ciento con un importe nocional acordado igual a 1.000 \$ por punto de volatilidad y la volatilidad realizada durante el periodo de cálculo resulta ser del 23,75 por ciento, el comprador obtendrá un beneficio de 1.000 \$ por punto de volatilidad.

$$\$1,000 \times (23.75 - 20.00) = \$3,750$$

Si la volatilidad realizada resulta ser del 18,60 por ciento, el comprador registrará una pérdida de 1.000 millones de euros.

$$\$1,000 \times (18.60 - 20.00) = -\$1,400$$

Los contratos de volatilidad realizada suelen negociarse en el mercado extrabursátil, en el que los bancos y las empresas de negociación por cuenta propia actúan como creadores de mercado.⁽¹⁾ Las cotizaciones de los contratos de volatilidad realizada suelen incluir un precio, cotizado en puntos de volatilidad, y una exposición a la volatilidad, cotizada como *vega nocional*. Un mercado

que ofrece una cotización para una volatilidad realizada de 19,50 -20,50 por 10.000 \$. vega nocional está dispuesto a comprar el contrato a una volatilidad del 19,50 por ciento y a vender el contrato a una volatilidad del 20,50 por ciento, teniendo cada punto de volatilidad un valor de 10.000 dólares. Del mismo modo, un cliente puede poner una orden para comprar vega nocional de 25.000 \$ al 30. El cliente está dispuesto a pagar una volatilidad del 30%, y cada punto de volatilidad tiene un valor de 25.000 dólares.

En estos, el precio del contrato de volatilidad se cotizó en puntos de volatilidad y se liquidó en puntos de volatilidad. De hecho, la mayoría de los contratos de volatilidad realizados se liquidan en *puntos de varianza*, donde la varianza es igual al cuadrado de la volatilidad

$$\text{variance} = \text{volatility}^2 \quad \text{and, conversely,} \quad \text{volatility} = \sqrt{\text{variance}}$$

Por este motivo, los contratos de volatilidad realizada suelen denominarse contratos de *varianza*.

o, más comúnmente, *swaps de varianza*.

¿Por qué liquidar un contrato de volatilidad en puntos de varianza en lugar de en puntos de volatilidad? Como veremos más adelante, a efectos de cobertura de un contrato de volatilidad, es mucho más fácil replicar una posición de varianza que una posición de volatilidad. Además, el lector recordará del análisis de la volatilidad a plazo en [el Capítulo 20](#) que la varianza tiene la muy deseable característica que es es proporcional al tiempo. Si la varianza en algún período de tiempo t_1 es igual a σ_1^2 y la varianza en un segundo período de tiempo sucesivo t_2 es igual a σ_2^2 , entonces la varianza en los períodos de tiempo combinados es

$$\frac{(t_1 \times \sigma_1^2) + (t_2 \times \sigma_2^2)}{t_1 + t_2}$$

Esto significa que los contratos de varianza pueden combinarse fácilmente para cubrir periodos de tiempo consecutivos, aunque los periodos de tiempo no tengan la misma duración.

Por ejemplo, si la volatilidad anualizada en un periodo de dos meses es de 25 (expresando la volatilidad en puntos) y la volatilidad anualizada en el siguiente periodo de un mes es de 22, la varianza anualizada en todo el periodo de tres meses es de

$$\frac{(2/12 \times 25^2) + (1/12 \times 22^2)}{3/12} = \frac{(2/12 \times 625) + (1/12 \times 484)}{3/12} = 578$$

Si un contrato de volatilidad se cotiza en puntos de volatilidad con un importe notional de vega, pero la liquidación se realiza en puntos de varianza, ¿cuánto vale cada punto de varianza? Sin entrar en matemáticas, por convención, cada punto de varianza es igual al importe notional dividido por el doble del precio de volatilidad

$$\text{Value per variance point} = \frac{\text{vega notational}}{2 \times \text{volatility price}}$$

Si el comprador de un contrato de volatilidad paga 20 por 10.000 vega notional, pero el contrato se liquida en puntos de varianza, cada punto de varianza tiene un valor de

$$10.000 \text{ DÓLARES} / 2 \times 20 = 250 \text{ DÓLARES}$$

Si la volatilidad realizada a lo largo de la vida del contrato resulta ser del 19%, el comprador registrará una pérdida de 1.000 millones de euros.

$$\$250 \times (19^2 - 20^2) = \$250 \times (361 - 400) = \$9.750$$

Si la volatilidad realizada a lo largo de la vida del contrato resulta ser del 23%, el comprador obtendrá un beneficio de 1.000 millones de euros.

$$250 \text{ DÓLARES} \times (23^2 - 20^2) = 250 \text{ DÓLARES} \times (529 - 400) = 32.250 \text{ DÓLARES}$$

Dado que la varianza es el cuadrado de la volatilidad, si un contrato se liquida en puntos de varianza, el valor en el momento de la liquidación puede aumentar rápidamente con volatilidades más altas. Si se produce un acontecimiento dramático que hace que el contrato subyacente tenga un movimiento inesperadamente grande, lo que resulta en una volatilidad sobre el período de cálculo de 50, el beneficio para el comprador en nuestro ejemplo será

$$250 \text{ DÓLARES} \times (50^2 - 20^2) = 250 \text{ DÓLARES} \times (2.500 - 400) = 525.000 \text{ DÓLARES}$$

Por supuesto, el vendedor tendrá una pérdida igual. De hecho, el vendedor de un swap de varianza puede no estar dispuesto a asumir el riesgo de un acontecimiento dramático puntual que haga que la volatilidad se dispare. Por ello, muchos swaps de varianza tienen un tope que limita el valor de vencimiento del contrato. Si el contrato se negocia a un precio de 20 y tiene un límite de volatilidad de 40 (equivalente a una varianza de 1.600), por mucho que suba la volatilidad, el beneficio para el comprador y el riesgo para el vendedor nunca podrán ser superiores a 1.000 euros.

$$250 \text{ DÓLARES} \times (40^2 - 20^2) = 250 \text{ DÓLARES} \times (1.600 - 400) = 300.000 \text{ DÓLARES}$$

Los límites son más habituales en los swaps de varianza sobre valores individuales, en los que un acontecimiento puntual puede provocar un aumento drástico de la volatilidad. Los límites son menos habituales en los swaps de varianza sobre índices de base amplia, en los que es improbable que un acontecimiento puntual que afecte a un componente del índice tenga un efecto correspondientemente grande sobre la volatilidad de todo el índice. Por supuesto, los swaps de varianza son principalmente un producto extrabursátil. El comprador y el vendedor del swap son libres de negociar cualquier especificación del contrato, incluido un límite, que sea mutuamente aceptable para ambas partes.

Contratos de volatilidad implícita

La volatilidad realizada es una consideración importante en la valoración de opciones, pero es

algo que no puede observarse directamente, al menos en un momento dado. Cuando los operadores de opciones hablan de volatilidad, la mayoría de las veces se refieren a la volatilidad implícita, que es algo que puede observarse. La volatilidad implícita es un consenso, derivado de los precios de las opciones en el mercado, de cuál será la volatilidad del contrato subyacente durante algún periodo en el futuro. Dado que los precios de las opciones pueden observarse en cualquier , también puede observarse la volatilidad implícita en cualquier momento.

En los primeros tiempos de las opciones negociadas en bolsa, el concepto de volatilidad implícita no se comprendía bien, al menos entre la mayoría de los operadores no profesionales. Sin embargo, a medida que la negociación de opciones fue ganando popularidad, todos los participantes en el mercado, tanto profesionales como no profesionales, empezaron a prestar más atención a la volatilidad implícita en los mercados de opciones. Para promover una mejor comprensión de las opciones y ayudar tanto a los operadores como a los usuarios finales, las bolsas empezaron a difundir datos sobre la volatilidad implícita. Con el creciente interés del público por las opciones, estas cifras empezaron a aparecer cada vez con más frecuencia en las noticias financieras.

Existen, por supuesto, muchas volatilidades implícitas diferentes. No sólo hay muchos mercados subyacentes diferentes, sino que para cada subyacente hay muchos precios de ejercicio y meses de vencimiento diferentes. Lo que las bolsas querían era un número que reflejara el entorno general de volatilidad implícita. Esto llevó al Chicago Board Options Exchange (CBOE) a centrarse en la volatilidad implícita de un índice de base amplia, concretamente su producto más negociado, el Options Exchange Index, con símbolo OEX. En 1993, el CBOE comenzó a difundir los valores del índice de volatilidad (VIX), una volatilidad implícita teórica a 30 días calculada a partir de los precios de las opciones sobre el OEX. Con el tiempo, el VIX se convirtió en un indicador financiero ampliamente reconocido no sólo en la comunidad de opciones, sino también en el mundo financiero en general. Otras bolsas han seguido su ejemplo creando sus propios índices de volatilidad, pero el VIX sigue siendo el más conocido de todos los índices de volatilidad implícita.

A medida que el VIX fue adquiriendo mayor reconocimiento, el CBOE empezó a considerar la posibilidad de crear un contrato negociable basado en el VIX. Esto requirió dos cambios importantes en el índice. El primer cambio tuvo que ver con el contrato subyacente. Inicialmente, los valores del VIX difundidos por el CBOE se derivaban de los precios de las opciones OEX. Sin embargo, el CBOE introdujo posteriormente opciones sobre el índice Standard and Poor's (S&P) 500, con símbolo SPX, que acabaron sustituyendo al OEX como el producto sobre índices más negociado de la bolsa. Esta circunstancia, unida al hecho de que el S&P 500 era un índice mucho más negociado, hizo que la OEX se convirtiera en el producto más negociado de la bolsa.

índice más seguido que el OEX, llevó a la bolsa en 2003 a empezar a calcular el VIX a partir de los precios de las opciones del S&P 500 en lugar de las opciones del OEX.

El segundo cambio tuvo que ver con el método de cálculo. El VIX original se calculaba a partir de opciones de compra y de venta a los dos precios de ejercicio que se situaban entre el precio del índice, es decir, las opciones at-the-money. Para un mes de vencimiento determinado, se promediaban las volatilidades implícitas de las opciones de compra y de venta a cada precio de ejercicio, y luego se ponderaban por la diferencia entre el precio de ejercicio y el precio del índice para obtener una volatilidad implícita para ese mes de vencimiento. Para determinar la volatilidad implícita teórica a 30 días, se han tenido en cuenta los dos meses de vencimiento más próximos.

meses se ponderaron para obtener un valor final ⁽²⁾ Un ejemplo puede ayudar a aclarar la metodología.

Suponga que el precio del índice es 863,40 y que los dos precios de ejercicio que se sitúan entre este número son 860 y 870. Suponga también que al contrato de opciones más cercano, Mes 1, le quedan 14 días para el vencimiento y que al segundo contrato de opciones, Mes 2, le quedan 42 días. Las volatilidades implícitas para los dos precios de ejercicio en cada mes son las siguientes:

	Month 1		Month 2	
	860	870	860	870
Call	22.16	21.48	20.13	19.93
Put	22.21	21.44	20.17	19.94

Las volatilidades implícitas medias para cada precio de ejercicio y mes son

Month 1:	860	$(22.16 + 22.21)/2 = 22.185$
	870	$(21.48 + 21.44)/2 = 21.46$
Month 2:	860	$(20.13 + 20.17)/2 = 20.15$
	870	$(19.93 + 19.94)/2 = 19.935$

La volatilidad implícita en cada mes es la volatilidad implícita interpolada entre los dos precios de ejercicio - las volatilidades implícitas ponderadas por su distancia al precio del índice. Cuanto más cerca esté el precio de ejercicio del precio del índice mayor será la ponderación:

$$\begin{aligned}
 \text{Month 1: } & 22.185 \times (870 - 863.40)/10 + 21.46 \times (863.40 - 860)/10 \\
 & = 22.185 \times 0.66 + 21.46 \times 0.34 = 14.6421 + 7.2964 \\
 & = 21.9385 \\
 \text{Month 2: } & 20.15 \times (870 - 863.40)/10 + 19.935 \times (863.40 - 860)/10 \\
 & = 20.15 \times 0.66 + 19.935 \times 0.34 = 13.299 + 6.7779 \\
 & = 20.0769
 \end{aligned}$$

El valor VIX es la volatilidad implícita interpolada entre los dos meses de vencimiento: las volatilidades implícitas se ponderan en función de la proximidad de sus vencimientos a 30 días. Cuanto más cerca de 30, mayor es la ponderación. Con vencimientos de 14 y 42 días, el valor final del VIX es

$$\begin{aligned}
 & 20.0769 \times (30 - 14)/28 + 22.2785 \times (42 - 30)/28 \\
 & = 20.0769 \times 0.5714 + 22.2785 \times 0.4286 \\
 & = 11.4725 + 9.5479 = 21.0204
 \end{aligned}$$

El valor final del VIX difundido por la bolsa es el valor calculado del VIX redondeado a dos decimales, en este caso 21,02.

Cuando la bolsa empezó a planificar la negociación de productos relacionados con el VIX, hubo dos grandes objeciones a la metodología de cálculo original. En primer lugar, cualquier producto negociado en bolsa tiene que tener un valor muy bien definido sobre el que todos puedan ponerse de acuerdo. Si hay desacuerdos significativos en cuanto al valor de un contrato, especialmente al vencimiento, algunos operadores sentirán que están siendo tratados injustamente. Esto sin duda inhibirá la negociación del producto y, en algunas situaciones, podría dar lugar a acciones legales contra la bolsa. El cálculo original del VIX requería un modelo teórico de fijación de precios para determinar las volatilidades implícitas. Esto en sí mismo puede dar lugar a desacuerdos. ¿Qué modelo debe utilizarse? ¿El modelo Black-Scholes? ¿El modelo binomial? ¿O algún otro modelo más exótico? (Recordemos del [capítulo 22](#) que la OEX es una opción americana, que el derecho de ejercicio anticipado). Incluso si existe un acuerdo general sobre el modelo adecuado, puede haber desacuerdos en cuanto a los datos del modelo. ¿Qué tipo de interés debe utilizarse? ¿Qué dividendos deben calcularse? La bolsa llegó a la conclusión de que si quería introducir la negociación de productos relacionados con el VIX, sería necesario mejorar la metodología de cálculo existente.

La segunda objeción tenía que ver con el hecho de que sólo se utilizaban opciones at-the-money para calcular los valores del VIX. A medida que los operadores fueron adquiriendo más conocimientos sobre las opciones, el sesgo de la volatilidad, o smile, fue adquiriendo cada vez más importancia en el cálculo del VIX.

para describir el entorno de volatilidad y determinar las estrategias adecuadas. Los operadores querían un índice de volatilidad implícita que abarcara no sólo la volatilidad implícita de las opciones at-the-money, sino también la volatilidad implícita en una amplia gama de precios de ejercicio.

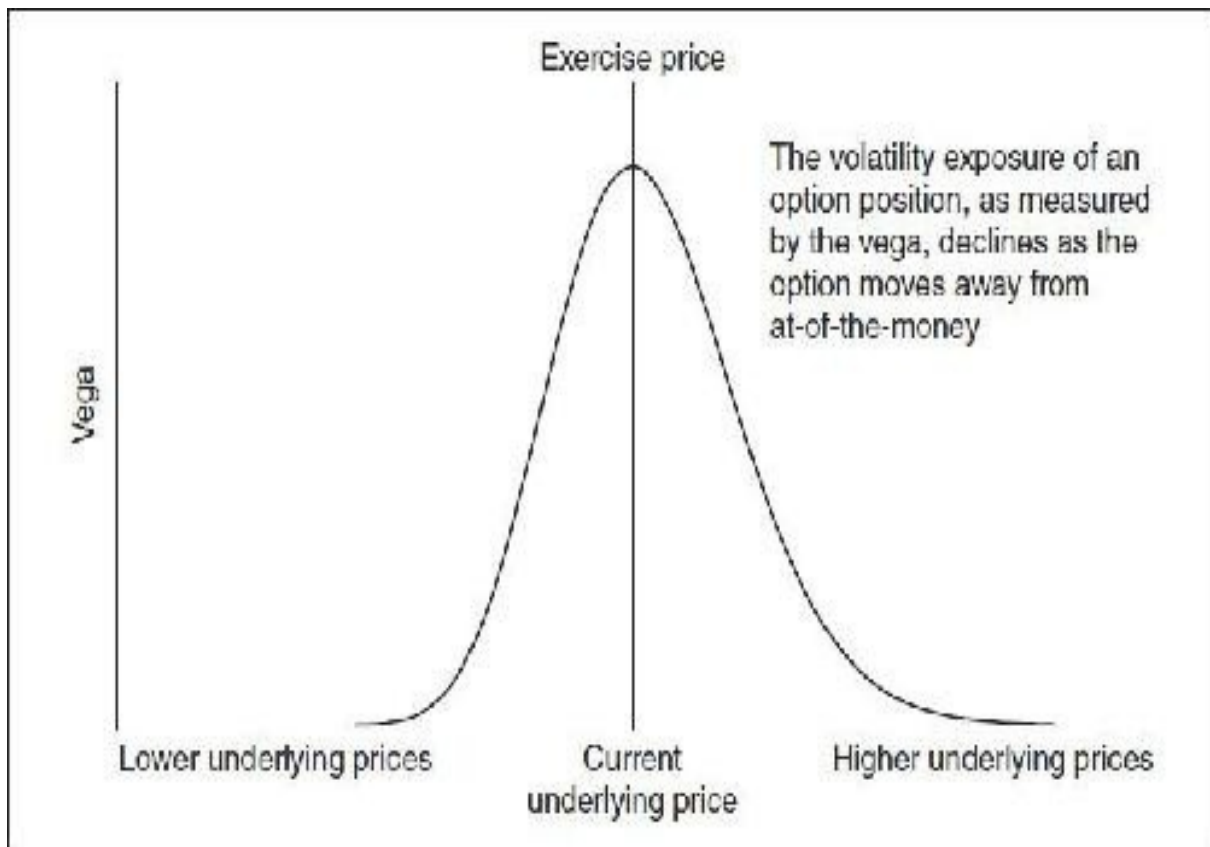
La metodología de cálculo del VIX que finalmente se eligió para sustituir a la antigua metodología se sugirió en un documento de investigación de Goldman Sachs publicado en 1999.³ El documento básicamente planteaba esta pregunta: ¿es posible crear una posición de opción que capture la volatilidad real del subyacente? contrato en todos los escenarios posibles de volatilidad?

En teoría, si queremos tomar una posición de volatilidad, podemos comprar opciones (una posición larga de volatilidad) o vender opciones (una posición corta de volatilidad) y luego cubrir dinámicamente la posición hasta el vencimiento. Por ejemplo, podríamos tomar una posición larga de volatilidad comprando una o más opciones at-the-money y vendiendo una opción at-the-money.

cantidad delta neutral del contrato subyacente.⁴ Al volver a cubrir periódicamente la posición para que siga siendo delta neutral, capturaremos el valor de volatilidad del contrato subyacente.

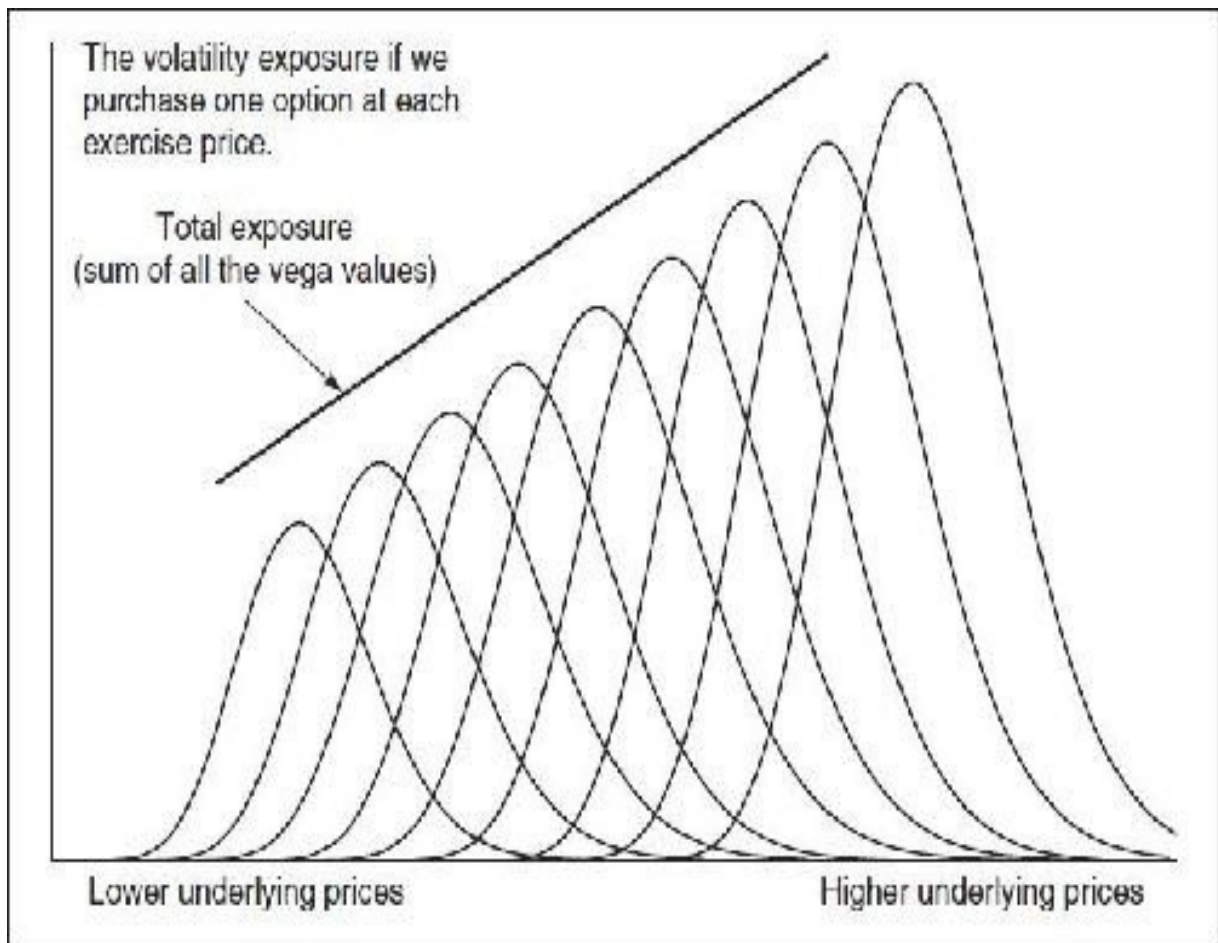
Todo esto suena muy bien en teoría, pero casi nunca funciona exactamente como se espera. Quizá el mayor inconveniente de la estrategia sea el hecho de que la exposición a la volatilidad del mercado subyacente, medida por la vega, cambiará a lo largo de la vida de la estrategia. El valor vega de una opción es mayor cuando la opción at-the-money, pero incluso si empezamos comprando opciones at-the-money, es casi seguro que las opciones no permanecerán at-the-money. A medida que el precio subyacente suba o baje, las opciones entrarán o saldrán del dinero, y la vega de la posición disminuirá. Esto se trató en [el Capítulo 9](#) y se muestra de nuevo en la [Figura 25-1](#).

Figura 25-1 La vega (sensibilidad a la volatilidad) de una opción.



Si queremos crear una posición larga en volatilidad, queremos una exposición constante a la volatilidad independientemente de los cambios en el precio del contrato subyacente. Podríamos intentar conseguirlo comprando opciones en una amplia gama de precios de ejercicio. En este escenario, que se muestra en [la Figura 25-2](#), un precio de ejercicio estará siempre en el dinero. Desafortunadamente, esto no resultará en una exposición vega constante porque las opciones at-the-money con precios de ejercicio más altos tienen mayores valores vega que las opciones at-the-money con precios de ejercicio más bajos. Si sumamos todos los valores vega de [la Figura 25-2](#) a cada precio subyacente, la vega total será menor a precios subyacentes más bajos y mayor a precios subyacentes más altos.

Figura 25-2 Exposición a la volatilidad si compramos una opción a cada precio de ejercicio.

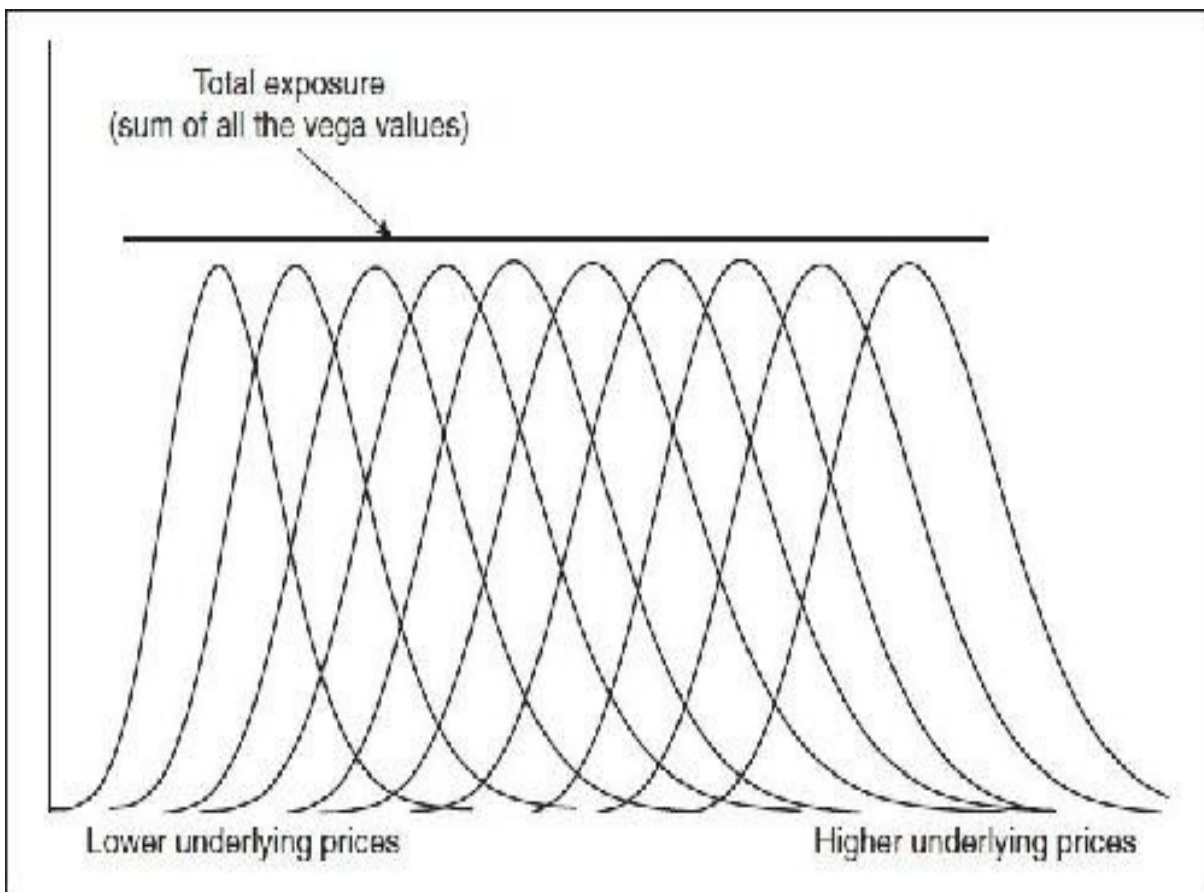


Para conseguir una exposición constante a la volatilidad, debemos comprar más opciones con precios de ejercicio más bajos y menos opciones con precios de ejercicio más altos. ¿Cuántas opciones de cada precio de ejercicio debemos comprar? Resulta que la proporción adecuada de cada precio de ejercicio necesaria para crear una posición con exposición a volatilidad constante es inversamente proporcional al cuadrado del precio de ejercicio

$$1/X^2$$

El resultado de hacer esto se muestra en la [Figura 25-3](#).

Figura 25-3 Compra de opciones $1/X^2$ a cada precio de ejercicio.



Por supuesto, para replicar exactamente una posición de volatilidad, tendríamos que comprar opciones, en la proporción correcta, a todos los precios de ejercicio posibles, es decir, un número infinito de opciones. Sin embargo, las bolsas sólo ofrecen un número limitado de precios de ejercicio. Aun así, sería posible utilizar los precios de ejercicio que figuran en la lista para crear una posición que se aproxime mucho a una posición de volatilidad teóricamente constante. Esta es la base de la metodología de cálculo del VIX utilizada por el CBOE.

Esencialmente, el valor del VIX es el coste de comprar una tira formada por opciones a cada precio de ejercicio disponible. Dado que el VIX representa una volatilidad implícita a 30 días, el valor del VIX se obtiene a partir de tiras de opciones en los dos vencimientos mensuales que se sitúan entre los 30 días. Los valores de las tiras se ponderan en función de la proximidad de cada vencimiento a los 30 días. Sin entrar en derivación completa del VIX ⁽⁵⁾ hay algunos aspectos importantes que merece la pena señalar:

1. El valor del VIX se deriva del valor de volatilidad (valor temporal) de las opciones del índice subyacente, no del valor intrínseco.

Por lo tanto, sólo se utilizan los precios de las opciones out-of-the-money (comparados con el precio a plazo).

2. El precio a plazo (implícito) del índice se determina utilizando la paridad put-call para el precio de ejercicio más cercano al dinero.

3. El valor de la opción utilizado en cada precio de ejercicio es la media del precio de compra y el precio de venta cotizados.

4. Cuando se encuentran dos precios de ejercicio con una oferta distinta de cero, no se incluyen en el cálculo los precios de ejercicio más bajos para las opciones de venta ni los precios de ejercicio más altos para las opciones de compra.

5. Dado que sólo se dispone de un número finito de precios de ejercicio, la contribución de cada opción al cálculo final del VIX se ajusta en función de la distancia entre precios de ejercicio consecutivos. Cuanto mayor sea la distancia entre los precios de ejercicio, mayor será la ponderación en el índice de una opción específica.

Obsérvese que el cálculo del VIX depende únicamente de los precios de las opciones; no se requiere ningún modelo teórico de fijación de precios. Aparte de los precios de las opciones, el único dato necesario es un tipo de interés, necesario para determinar el precio a plazo del índice según la paridad put-call, así como el coste del interés de compra de las opciones. Para ello, el CBOE utiliza el tipo sin riesgo, es decir, el tipo de las letras del Tesoro de EE.UU. con vencimiento más próximo al vencimiento de la opción. Por lo demás, el cálculo del VIX es relativamente sencillo.

Dado que el VIX representa una volatilidad implícita teórica a 30 días, los contratos negociados sobre el VIX suelen vencer 30 días antes del vencimiento de las opciones utilizadas para calcular los valores del VIX, normalmente el tercer miércoles del mes anterior. Los contratos VIX de enero vencen 30 días antes del vencimiento de las opciones SPX de febrero; los contratos VIX de febrero vencen 30 días antes del vencimiento de las opciones SPX de marzo; y así sucesivamente.

A falta de exactamente 30 días para el vencimiento de las opciones SPX, el valor del VIX a vencimiento viene determinado únicamente por los precios de las opciones SPX en el mes de vencimiento. A efectos de liquidación, en lugar de utilizar la media de la oferta y la demanda, el valor del VIX a vencimiento se calcula a partir de los precios reales de apertura de las opciones SPX el miércoles de vencimiento. Los precios de negociación se determinan *mediante una rotación especial de apertura* en la que las órdenes permanentes de compra y venta se casan automáticamente para determinar un precio de negociación de apertura para cada opción. Si una opción no se negocia, el precio utilizado para esa opción vuelve a ser la media de la oferta y la demanda. En ocasiones, este procedimiento puede dar lugar a

saltos en el valor del VIX al vencimiento. Si todas las opciones se negocian al precio de compra en la apertura (una *impresión de compra*), es probable que el valor de vencimiento sea superior al esperado. Si todas las opciones se negocian al precio de compra en la apertura (una *impresión de venta*), es probable que el valor de vencimiento sea inferior al esperado. Inmediatamente después de que se determine el valor de vencimiento del VIX mediante la rotación especial de apertura, el cálculo vuelve a su metodología normal utilizando la media del diferencial entre la oferta y la demanda.

Algunas características del VIX

Aunque la volatilidad es, en teoría, independiente de la dirección en la que se mueva el contrato subyacente, en el mundo real, los operadores reconocen desde hace tiempo que algunos mercados tienden a volverse más volátiles a medida que sube el precio subyacente, mientras que otros mercados tienden a volverse más volátiles a medida que baja el precio subyacente. Existe la creencia generalizada de que los mercados de índices bursátiles presentan esta última característica. Por lo tanto, no debería sorprender que el VIX esté generalmente correlacionado de forma negativa con el índice S&P 500. Cuando el índice cae, el VIX aumenta. Cuando el índice baja, el VIX tiende a subir; cuando el índice sube, el VIX tiende a bajar. Esta correlación inversa entre los cambios en el S&P 500 y los cambios en el VIX para el período de 10 años de 2003 a 2012 se puede ver en [las Figuras 25-4 y 25-5](#). [La Figura 25-4](#) confirma la tendencia de los precios del S&P 500 y del VIX a moverse en direcciones opuestas. [La Figura 25-5](#) muestra el fuerte valor de correlación inversa de -0,7444 entre los cambios porcentuales en los valores de los dos índices. La [Figura 25-5](#) también incluye una línea de mejor ajuste para los dos conjuntos de valores: el cambio porcentual en el VIX es aproximadamente 5,7 veces mayor que el cambio porcentual en el S&P 500, pero en la dirección opuesta.

Figura 25-4 Precios de s&P 500 y ViX: 2003-2012.

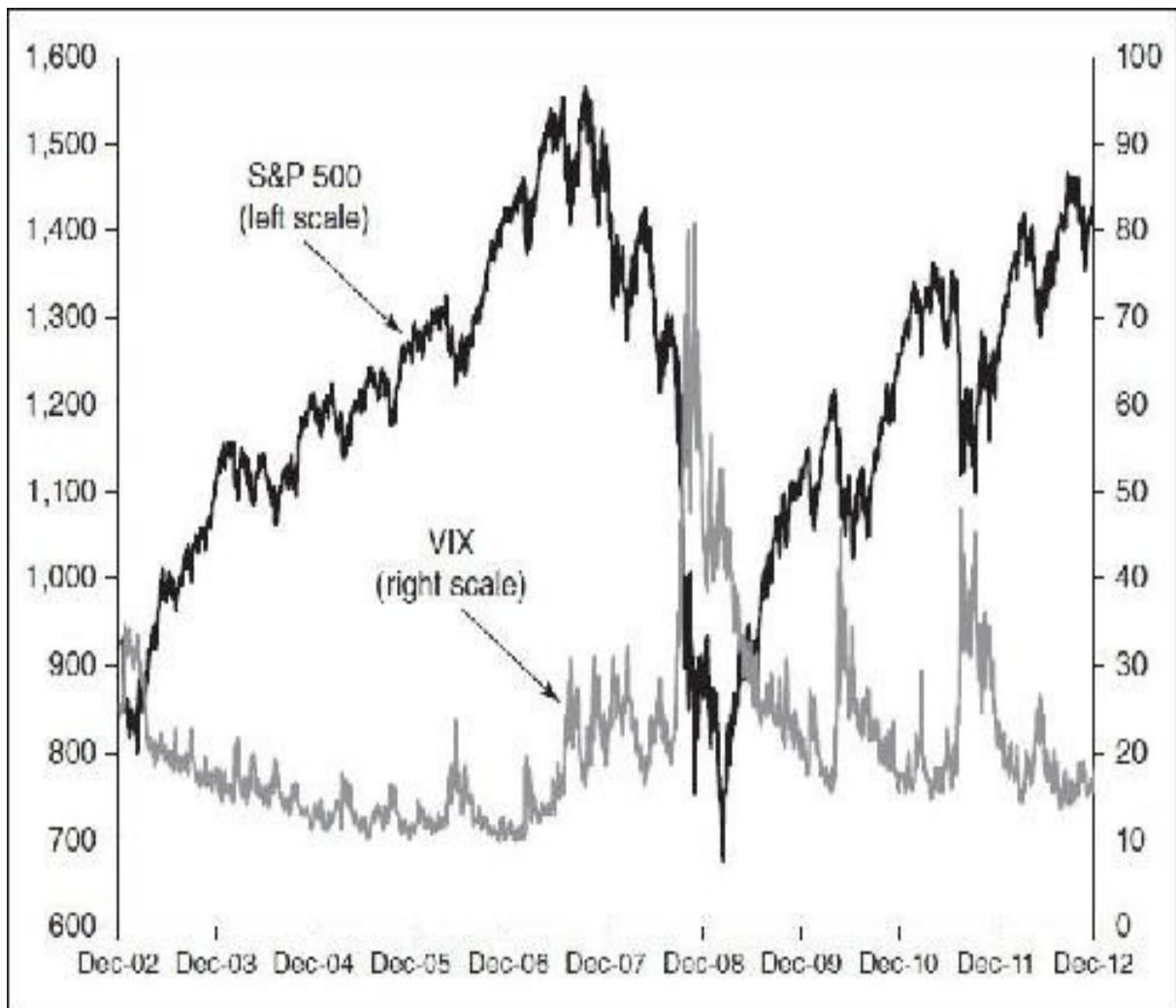
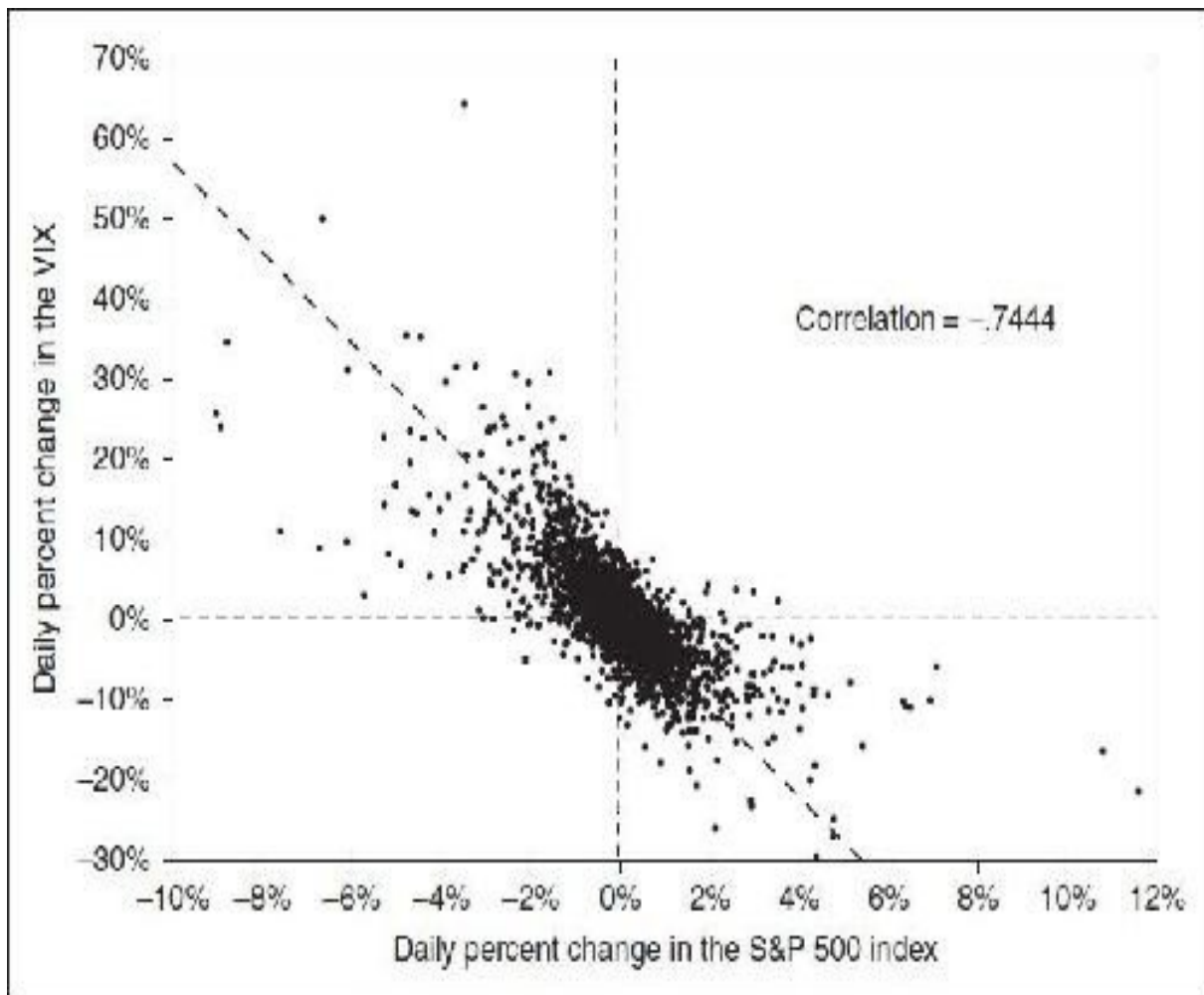
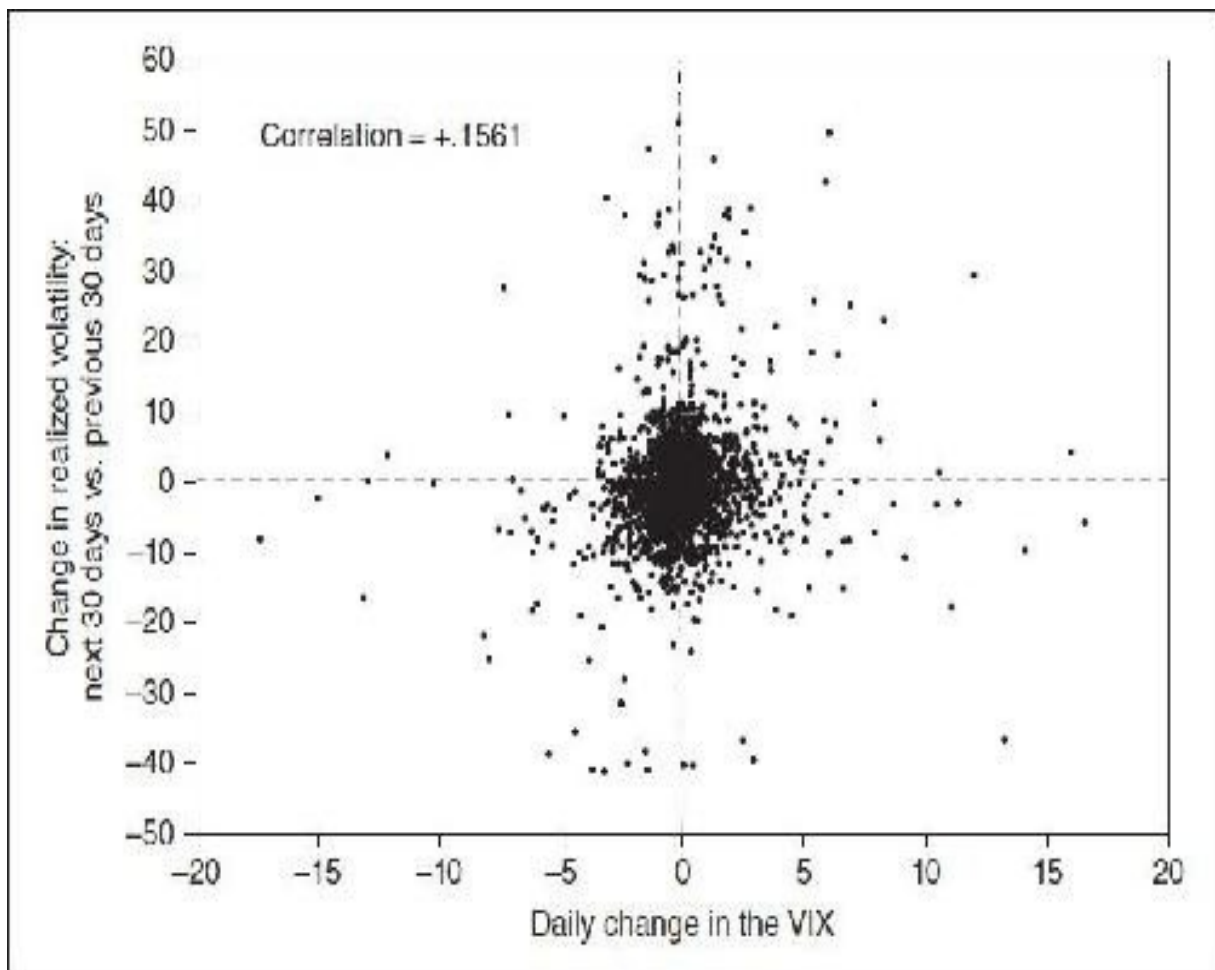


Figura 25-5 Variaciones diarias del índice s&P 500 frente a variaciones diarias del ViX: 2003-2012.



Dada la aparente correlación inversa entre el índice S&P 500 y el VIX, cabe preguntarse si esta afirmación está realmente respaldada por los datos del mercado. Si el VIX sube, ¿se volverá más volátil el índice S&P 500? Si el VIX baja, ¿el índice será menos volátil? Dado que el VIX representa una volatilidad implícita a 30 días, si el mercado es correcto, siempre que el VIX suba, los 30 días siguientes deberían ser más volátiles que los 30 días anteriores, y siempre que el VIX baje, los 30 días siguientes deberían ser menos volátiles que los 30 días anteriores. Cuanto más suba o baje el VIX, mayor debería ser el cambio en la volatilidad realizada. En [la Figura 25-6](#) se muestran los resultados reales durante el periodo de 10 años de la muestra.

Figura 25-6 ¿Predice un cambio en el ViX un cambio en la volatilidad realizada?

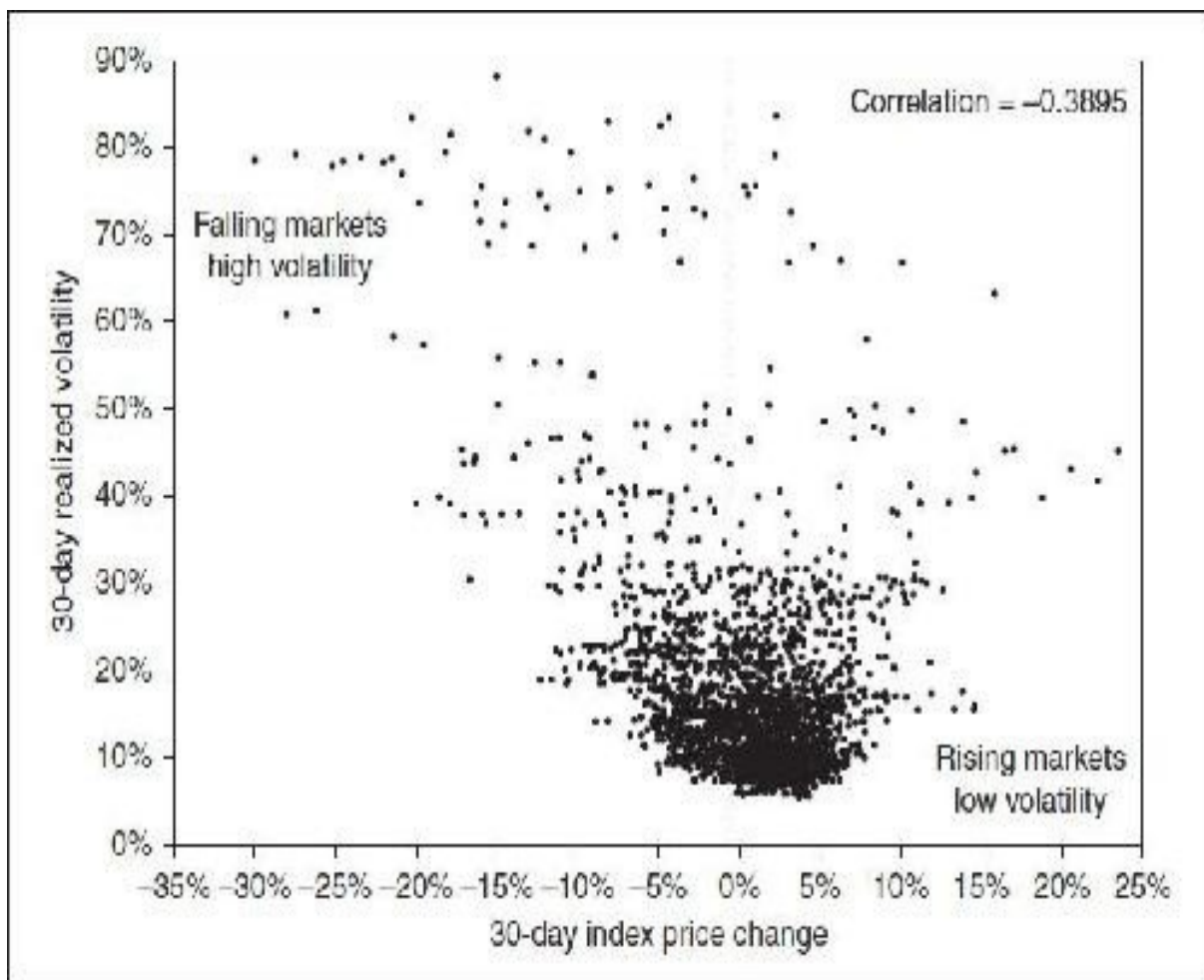


Si existe una correlación entre los cambios en el VIX y los cambios en la volatilidad realizada, no resulta evidente a partir de los datos. A veces el VIX sube y a veces baja, pero no hay un aumento o una disminución obvios de la volatilidad en el siguiente periodo de 30 días. (Existe una correlación positiva muy pequeña, pero probablemente insignificante, de +0,1561). Por lo tanto, se podría concluir que el VIX no tiene valor predictivo como indicador de la subida o bajada de la volatilidad realizada. Quizás lo que impulsa el VIX no es la expectativa de la volatilidad realizada futura, sino el deseo de comprar protección en un mercado de valores a la baja. En un mercado bajista, entran más coberturistas en el mercado, y a menudo están dispuestos a pagar precios más altos por opciones de protección sin tener en cuenta consideraciones de realizada. Lo que les mueve es el miedo a que el mercado siga cayendo. Por esta razón, el VIX se conoce a veces como el *índice del miedo*.

También hemos señalado la creencia generalizada de que los mercados de índices bursátiles tienden a ser más volátiles a medida que el precio subyacente cae y menos volátiles a medida que el precio subyacente sube. Cabe preguntarse si este supuesto se ve corroborado por la

datos disponibles. [La Figura 25-7](#) muestra el cambio en el precio del índice s&P 500 durante un periodo de 30 días comparado con la volatilidad realizada durante el mismo periodo. Si la conjetura es cierta, debería haber más puntos de datos tanto en la parte superior izquierda (un índice a la baja junto con una mayor) como en la parte inferior derecha (un índice al alza junto con una menor volatilidad).

Figura 25-7 ¿Son los mercados bursátiles bajistas más volátiles que los alcistas?



En este caso hay razones para creer que los mercados bursátiles bajistas tienden a ser más volátiles que los alcistas. Podemos ver en el periodo de muestra (2003-2012) que hay más casos de alta volatilidad a la izquierda de la línea 0 y más casos de baja volatilidad a la derecha de la línea 0. Hay una correlación inversa moderada de -0,3895. Existe una correlación inversa moderada de -0,3895.

Operar con el VIX

Como todos los índices, el VIX está formado por componentes, cada uno de los cuales tiene una ponderación dentro del índice

$$\sum (\text{weight}_i \times \text{component}_i)$$

A menudo se puede replicar un índice comprando todos o un gran número de componentes en la proporción correcta. Esto suele hacerse en el mercado de índices bursátiles para crear una cartera que siga un índice o como parte de una estrategia de arbitraje. Pero a diferencia de un índice bursátil, no es fácil replicar el VIX. A que las opciones entran y salen del dinero, los componentes del índice y sus ponderaciones dentro del mismo cambian constantemente. Para la mayoría de los operadores, el único método práctico de comprar o vender el VIX es a través de sus productos derivados: futuros y opciones o productos vinculados a estos contratos. Dado que el VIX en sí no puede comprarse o venderse fácilmente, los derivados del VIX no siempre siguen al índice o rinden como se espera, y los nuevos operadores a menudo se ven sorprendidos por los resultados de las estrategias relacionadas con el VIX.

Futuros del VIX

El CBOE empezó a negociar contratos de futuros sobre el VIX (con símbolo UX o VX, según el proveedor de cotizaciones) en 2004. Los contratos de futuros se liquidan en el valor del VIX en la apertura de la negociación del miércoles de vencimiento, y cada punto de volatilidad tiene un valor de 1.000 dólares.

Los futuros sobre el VIX presentan características inusuales si se comparan con los mercados de futuros más tradicionales, y los operadores que entran en el mercado de futuros sobre el VIX por primera vez suelen sorprenderse y, con frecuencia, decepcionarse ante los resultados de una estrategia de futuros sobre el VIX. Esto se debe principalmente a dos razones. En primer lugar, los futuros sobre el VIX presentan una estructura temporal, que puede afectar a la evolución de los precios de los futuros a medida que cambian las condiciones del mercado. En segundo lugar, a diferencia de una posición en otros mercados de futuros, una posición subyacente en el VIX no puede reproducirse fácilmente. En un mercado de futuros sobre índices bursátiles, un operador puede replicar una posición en un índice subyacente comprando o vendiendo las acciones que lo componen. En un mercado de futuros sobre materias primas, un operador puede replicar una posición larga subyacente comprando la materia prima. Pero para la mayoría de los operadores, replicar una posición subyacente del VIX directamente utilizando opciones a partir de las cuales se calcula el índice no suele ser una opción práctica.

Los futuros del VIX tienden a reflejar la estructura temporal de la volatilidad implícita en el

s&P 500 analizado en [el Capítulo 20](#) y mostrado en [la Figura 20-13](#). La mayoría de las veces, los futuros del VIX muestran una relación de contango (pendiente ascendente), en la que los vencimientos a largo plazo se negocian a precios más altos que los vencimientos a corto plazo. En la [Figura 25-8](#) se muestra una estructura típica de contango del VIX, para futuros durante agosto de 2012. Aunque es menos común, los futuros del VIX también pueden mostrar una de retroceso (pendiente descendente). Tal estructura para los precios de futuros un año antes, en agosto de 2011, se muestra en la [Figura 25-9](#). [La Figura 25-10](#) muestra el VIX pasando del contango al retroceso durante la crisis financiera de la segunda mitad de 2008.

Figura 25-8 Futuros ViX en contango (pendiente ascendente).

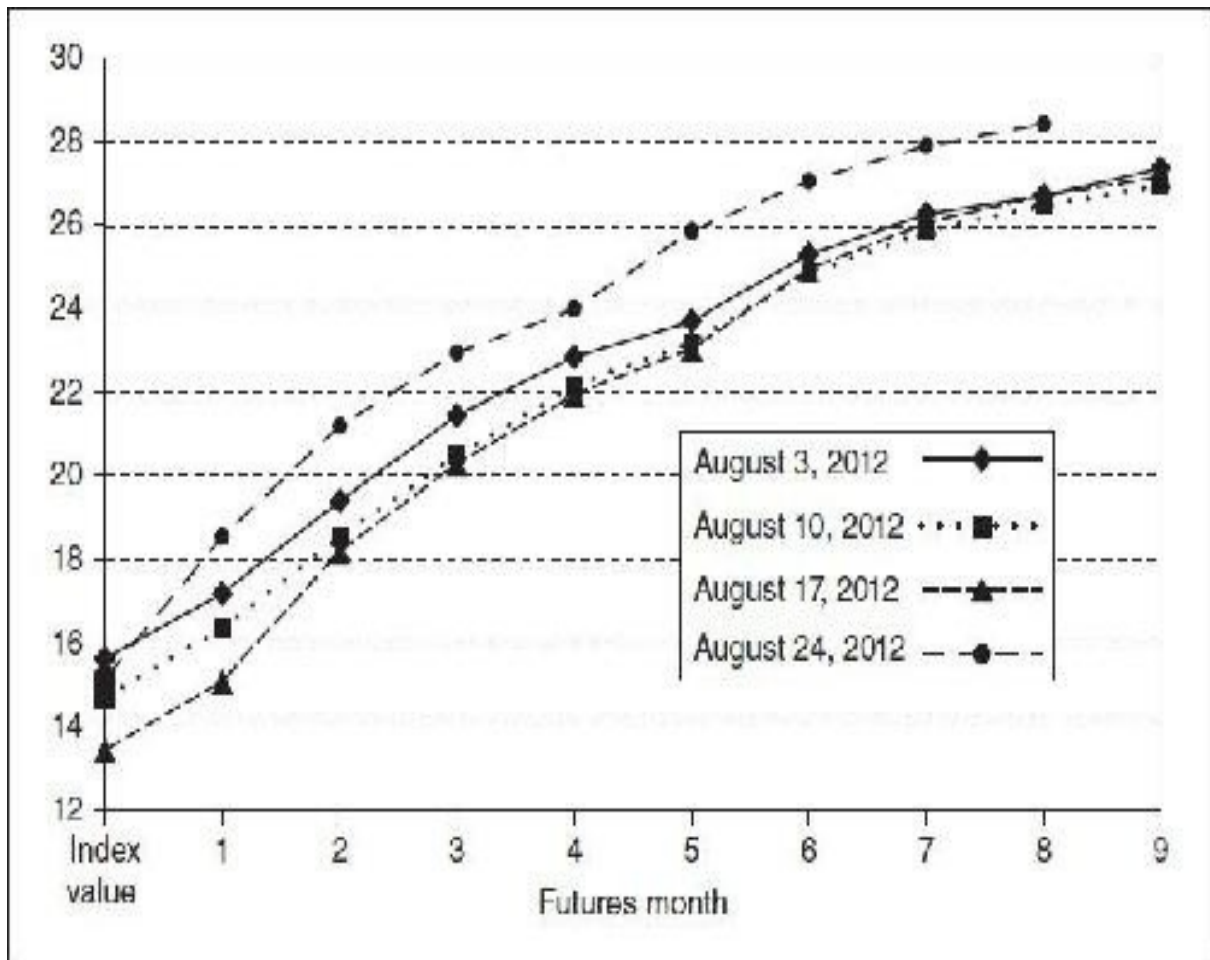


Figura 25-9 Futuros del ViX en backwardation (pendiente descendente).

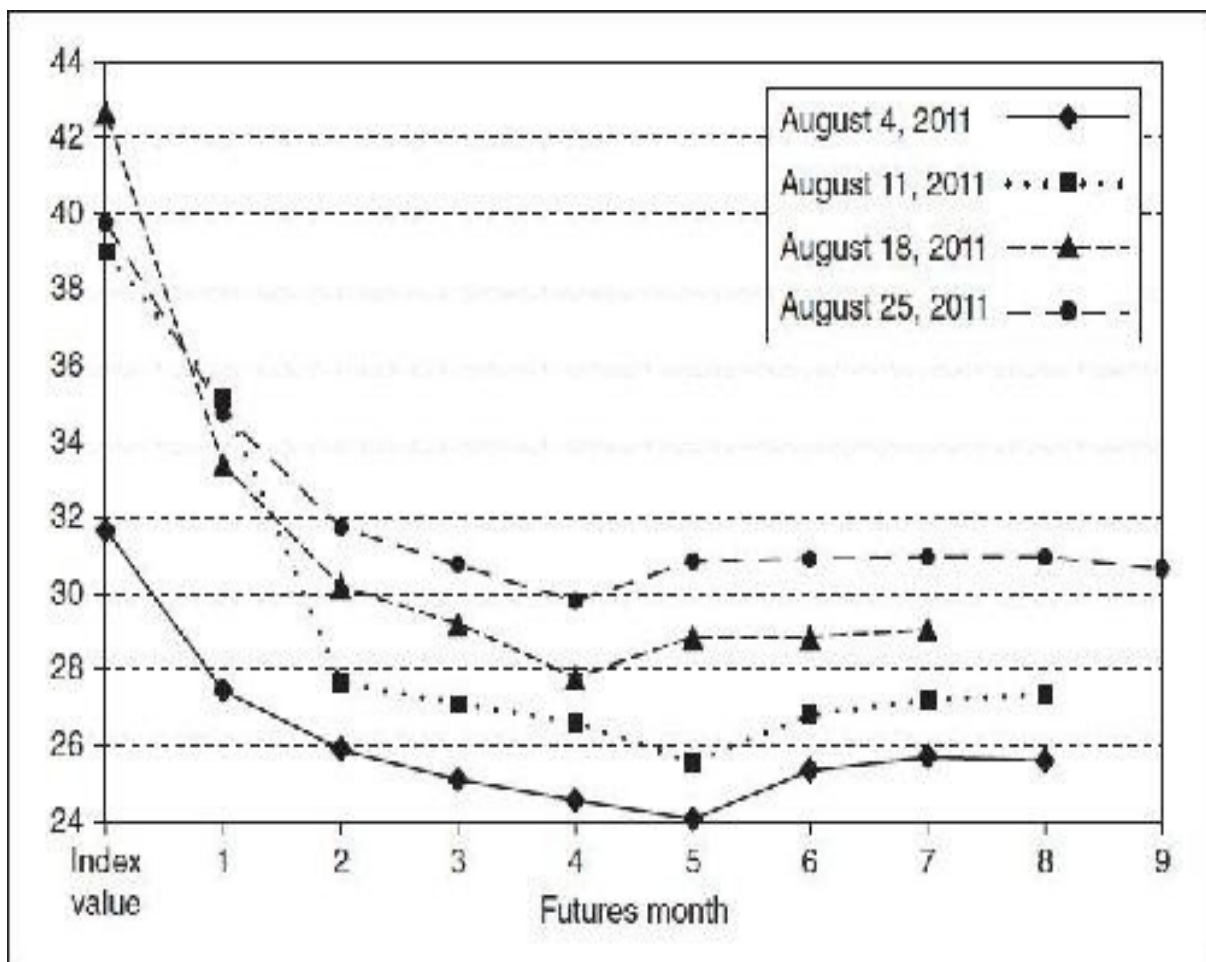
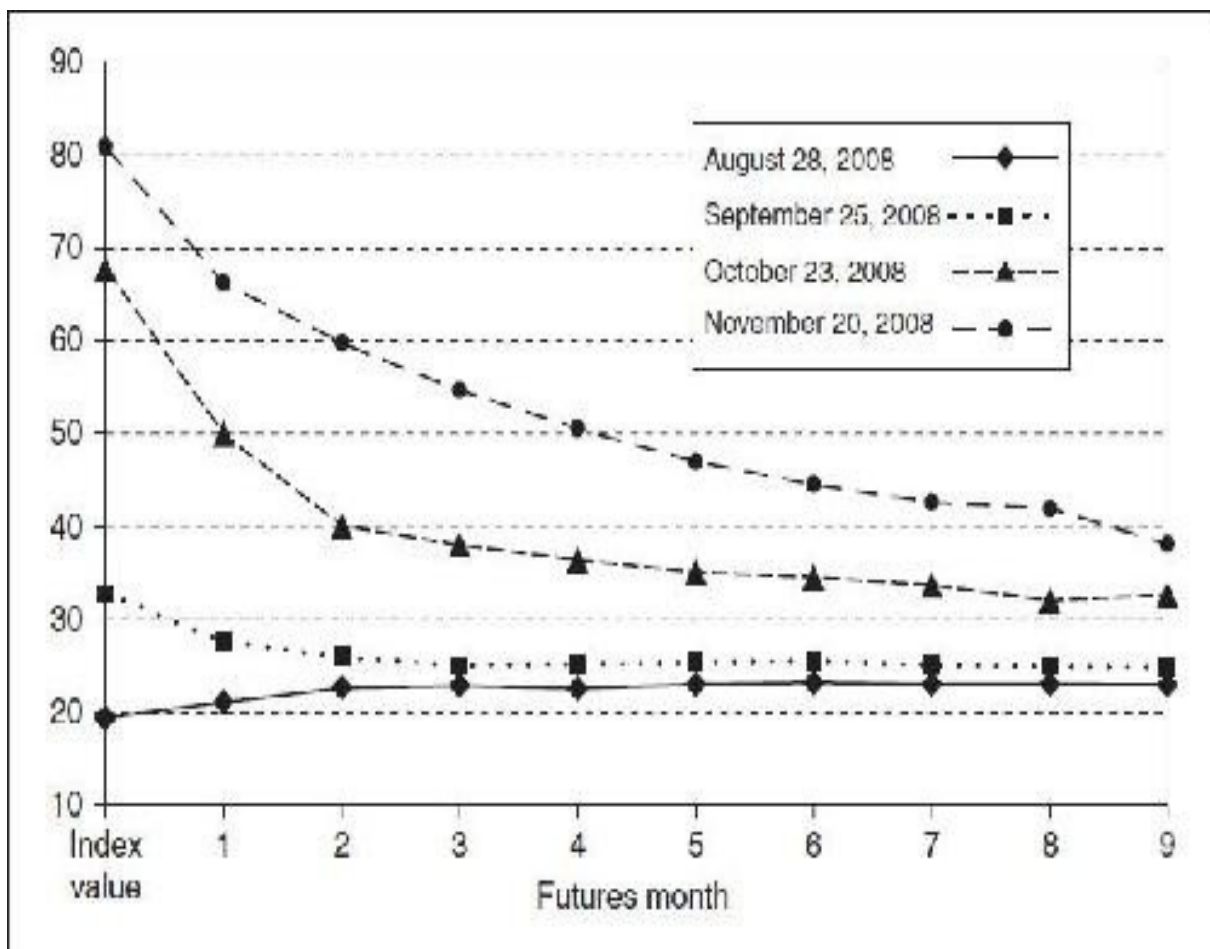


Figura 25-10 Los futuros del ViX pasaron drásticamente del contango al retroceso durante la crisis financiera de finales de 2008.



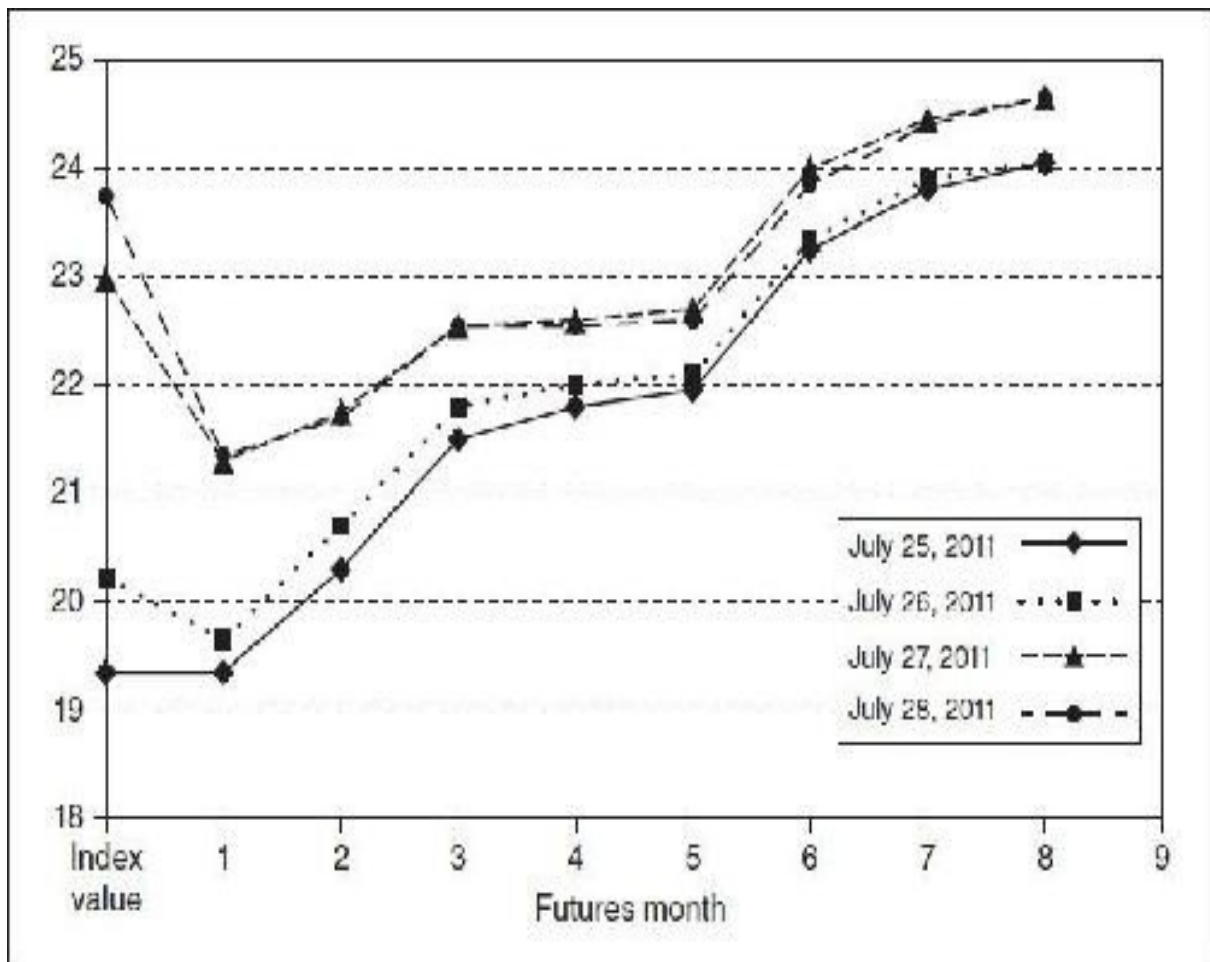
Cuando los futuros del VIX están en una relación normal de contango, como en la [Figura 25-8](#), si no hay cambios en las condiciones del mercado, a medida que pasa el tiempo, el contrato de futuros se moverá hacia abajo en la curva de estructura temporal, perdiendo valor gradualmente a medida que pasa el tiempo. ¿Cómo afecta esto a las decisiones de negociación en el mercado de futuros del VIX?

Lógicamente, un operador querrá comprar un contrato de futuros cuando crea que el precio de los futuros subirá y vender un contrato de futuros cuando crea que el precio bajará. La mayoría de los operadores asumen que cuando un índice subyacente sube o baja, los contratos de futuros sobre ese índice también suben o bajan, y esto es generalmente cierto en el caso del VIX: cuando el índice sube, los futuros del VIX suben; cuando el índice baja, los futuros del VIX bajan. La mayoría de los operadores también asumen que cuando un índice sube o baja, los precios de los futuros subirán o bajarán aproximadamente lo mismo. Sin embargo, los precios de los futuros del VIX reflejan la volatilidad implícita del SPX que el mercado considera que se alcanzará al vencimiento del contrato de futuros. La volatilidad implícita, reflejada en el valor del índice, puede ser alta o baja hoy. Sin embargo, si el mercado cree la volatilidad implícita cambiará entre hoy y el vencimiento del contrato de futuros, el contrato de futuros tendrá un precio acorde. Un operador se sentirá realmente decepcionado si

compra un contrato de futuros sobre el VIX, observa un aumento del índice, pero comprueba que no hay un aumento correspondiente en el precio de los futuros.

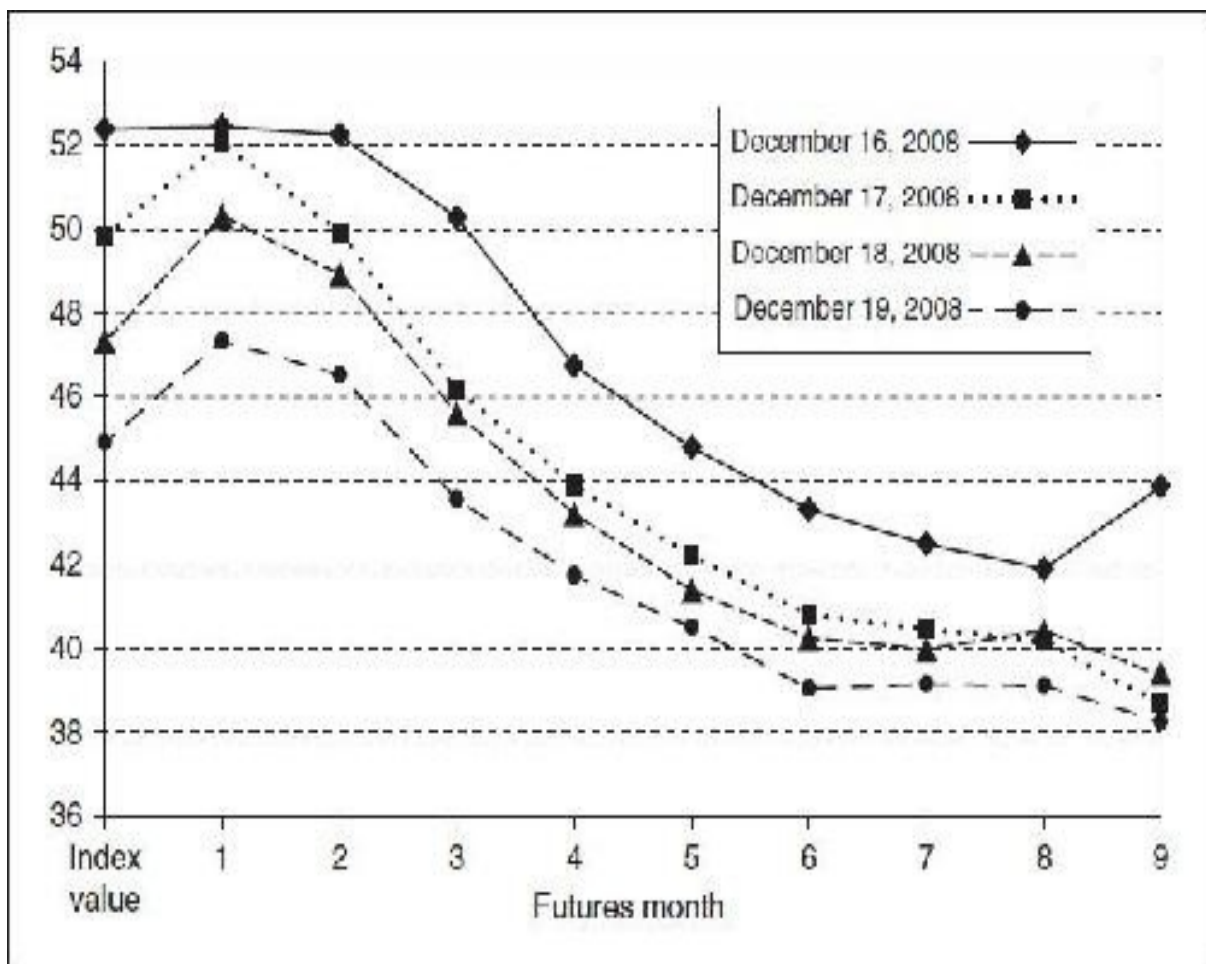
Supongamos que los futuros del VIX se encuentran en una relación normal de contango y que un operador cree que es probable que se produzca una subida del valor del VIX en un futuro próximo. Si compra un contrato de futuros y se produce la subida esperada del VIX, ¿cuál será el resultado? El operador podría suponer que el precio de los futuros aumentará en la misma medida que el índice, pero esto no será necesariamente cierto. Si el aumento del VIX se produce mucho antes del vencimiento del contrato de futuros, el precio de los futuros puede subir mucho menos que el precio del índice. Tal escenario se muestra en [la Figura 25-11](#). Durante un período de cuatro días en julio de 2011, el valor del índice subió de aproximadamente 19,4 a 23,7, un aumento de 4,4 puntos de índice. Pero durante el mismo período, el contrato de futuros de agosto a un mes, con aproximadamente tres semanas hasta el vencimiento, subió sólo 2,0 puntos, de 19,3 a 21,3 puntos. De hecho, en los dos últimos días, aunque el índice subió de 23,0 a 23,8, los precios de los futuros variaron. Un operador que poseyera un contrato de futuros de agosto habría obtenido beneficios porque el precio de los futuros subió. Pero al ver el aumento del valor del VIX sin un aumento similar del precio de los futuros, el operador casi con toda seguridad se habría sentido decepcionado por el resultado.

Figura 25-11 Los precios de los futuros ViX no cambian tan rápidamente como el índice.



Una situación similar puede producirse si los futuros del VIX se encuentran en una estructura de retroceso y el índice comienza a caer. [La Figura 25-12](#) muestra la variación de los precios del VIX durante un periodo de cuatro días en diciembre de 2008. Durante este periodo, el VIX cayó de aproximadamente 52,4 a 44,9, un descenso de 7,5 puntos del índice. Pero el precio de los futuros de enero del primer mes cayó sólo 5,0 puntos, de 52,4 a 47,4 puntos. Un operador que vendiera futuros de enero también estaría decepcionado con los resultados.

Figura 25-12 Los precios de los futuros ViX no cambian tan rápidamente como el índice.



En un mercado de futuros tradicional, en el que normalmente es posible tomar una posición larga o corta en el índice o materia prima subyacente, los precios de los futuros deben cambiar aproximadamente al mismo ritmo que los precios subyacentes. Si esto no fuera cierto, una oportunidad de arbitraje. En un mercado de índices bursátiles, si el precio de los futuros sube más rápido que el precio del índice, los operadores venderán el contrato de futuros y comprarán las acciones que lo componen; si el índice sube más rápido que el precio de los futuros, los operadores comprarán el contrato de futuros y venderán las acciones que lo componen. Un operador puede mantener ambas posiciones hasta el vencimiento, sabiendo que al vencimiento los precios del índice y de los futuros deben converger. Sin embargo, a diferencia de un índice bursátil, el VIX no es fácilmente negociable. En consecuencia, los precios de los futuros del VIX no tienen por qué variar al mismo ritmo que el índice. Si el precio del índice sube o baja, los futuros del VIX pueden no subir o bajar en la misma proporción. De hecho, es posible que los precios de los futuros no varíen en absoluto.

En el momento del vencimiento, el precio de un contrato de futuros sobre el VIX se asentará en el valor del índice independientemente de cualquier consideración relativa a la estructura temporal. Por lo tanto, cuanto más cerca esté el vencimiento del contrato de futuros, más cerca responderá a cualquier cambio en el índice.

el valor del índice. Un cambio en el valor del índice al vencimiento se reflejará inmediatamente en el precio de los futuros.

Teniendo en cuenta lo anterior, a la hora de elegir una estrategia de futuros simple, el operador debe tener siempre presente lo siguiente:

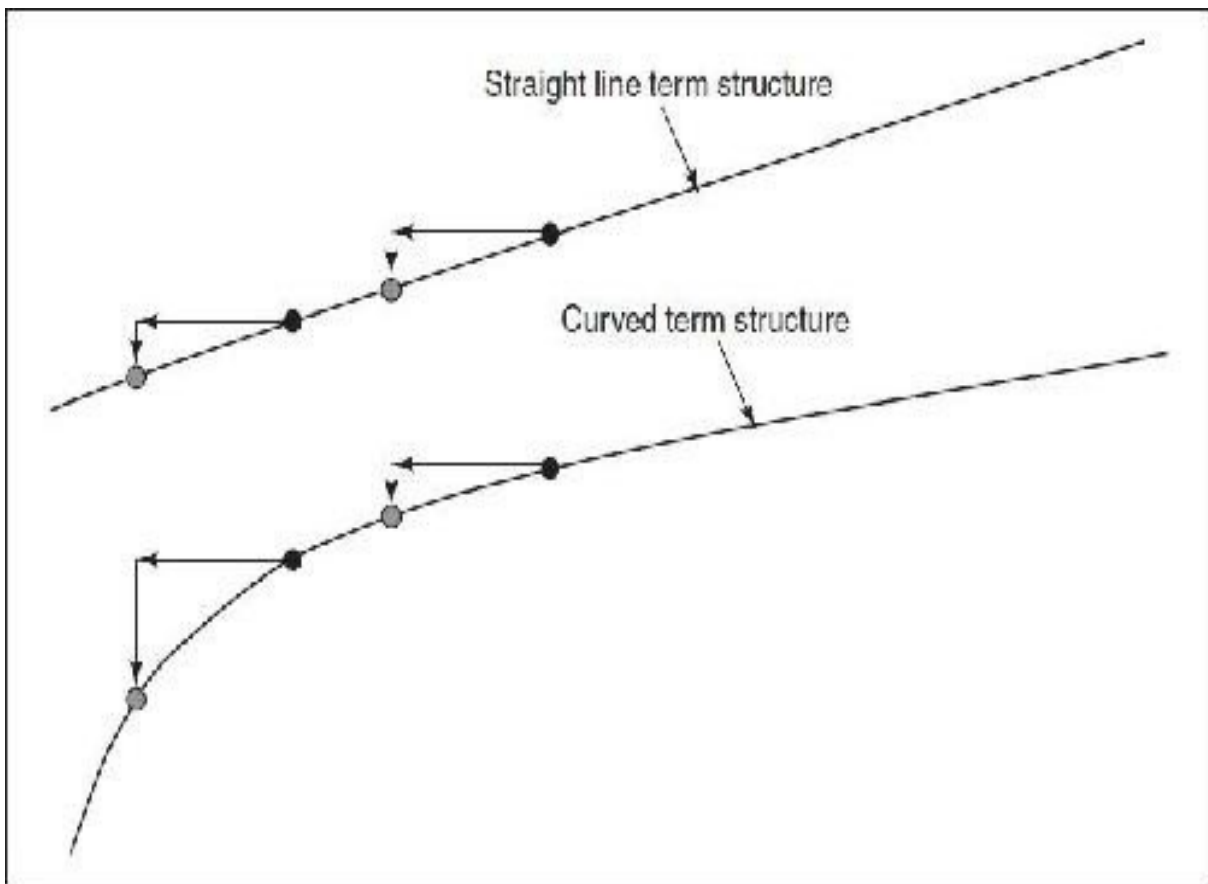
1. Cuando la estructura temporal del VIX es de contango, a medida que pasa el tiempo sin que cambie el valor del índice, los precios de los futuros del VIX bajarán inevitablemente.
2. El precio de un contrato de futuros sobre el VIX casi nunca cambiará tan rápidamente como el precio del índice.
3. Los precios de los futuros y los precios de los índices deben converger al vencimiento de los futuros.
4. Para la mayoría de los operadores, replicar el índice no es una opción realista. Por lo tanto, los precios de los futuros deben evaluarse a menudo independientemente del precio del índice.

Debido a sus inusuales características, la negociación de futuros sobre el VIX puede parecer compleja. Pero los futuros del VIX no son necesariamente más complejos que otros mercados de futuros. Simplemente son diferentes, y el operador debe reconocer estas diferencias. La compra de un contrato de futuros sobre el VIX puede ser rentable si un operador cree que se producirá un aumento del valor del , especialmente si el aumento se produce cerca del vencimiento, o si el operador cree que se producirá un gran aumento del valor del índice, lo que quizá provoque una inversión de la curva de estructura temporal de contango a retroceso. Del mismo modo, la venta de un contrato de futuros sobre el VIX puede ser rentable si un operador cree que se producirá un descenso del valor del índice cerca del vencimiento o si cree que se producirá un gran descenso del valor del índice, lo que podría dar lugar a una inversión de la estructura temporal desde el retroceso al contango. Pero en ambos casos el operador también debe moderar sus expectativas, sabiendo que el cambio en el precio de los futuros casi siempre será menor que el cambio en el precio del índice.

En lugar de limitarse a comprar o vender un solo mes de futuros, un operador podría considerar la posibilidad de un diferencial de futuros, comprando un mes de futuros y vendiendo otro mes diferente. Los diferenciales de futuros del VIX, al igual que los futuros individuales, son sensibles a la estructura temporal del mercado de futuros. En la improbable situación de que la estructura temporal sea una línea recta con pendiente constante, independientemente de si los precios de los futuros suben o bajan, el valor del diferencial permanecerá inalterado. Aunque ambos contratos de futuros pierdan valor con el paso del tiempo (una estructura temporal de contango) o ganen valor con el paso del tiempo (una temporal de retroceso), su relación permanecerá constante. Perderán

o ganan valor exactamente al mismo ritmo. Sin embargo, si la estructura temporal es curva, una situación mucho más común, el contrato de futuros a corto plazo cambiará de valor más rápidamente que el contrato de futuros a largo plazo. En estas condiciones, si la forma de la estructura de plazos no cambia, la compra de un contrato de futuros a largo plazo y la venta de un contrato de futuros a corto plazo serán rentables en un mercado contango, y la compra de un contrato de futuros a corto plazo y la venta de un contrato de futuros a largo plazo serán rentables en un mercado atrasado. Ejemplos de esto se muestran para un mercado de contango en [la Figura 25-13](#).

Figura 25-13 Un diferencial de futuros en un mercado de contango.



Por supuesto, es poco probable que la estructura temporal permanezca constante. A medida que cambian las condiciones del mercado, la estructura puede alternar entre contango y retroceso, con distintos grados de curvatura para cada estructura. Dado que un contrato de futuros a corto plazo casi siempre cambiará más rápidamente que un contrato a largo plazo, si un operador cree que una estructura de contango se curvará menos o se moverá hacia una estructura de retroceso, es probable que la venta de un diferencial de futuros (es decir, vender a largo plazo, comprar a corto plazo) sea rentable. Si el operador cree que

la estructura retrospectiva se volverá menos curva o se moverá hacia una estructura de contango, es probable que sea rentable. Estos dos escenarios se muestran en la compra de un diferencial de futuros (es decir, comprar a largo plazo, vender a corto plazo) [las figuras 25-14 y 25-15](#).

Figura 25-14 un diferencial de futuros cuando la estructura temporal pasa de contango hacia atrás.

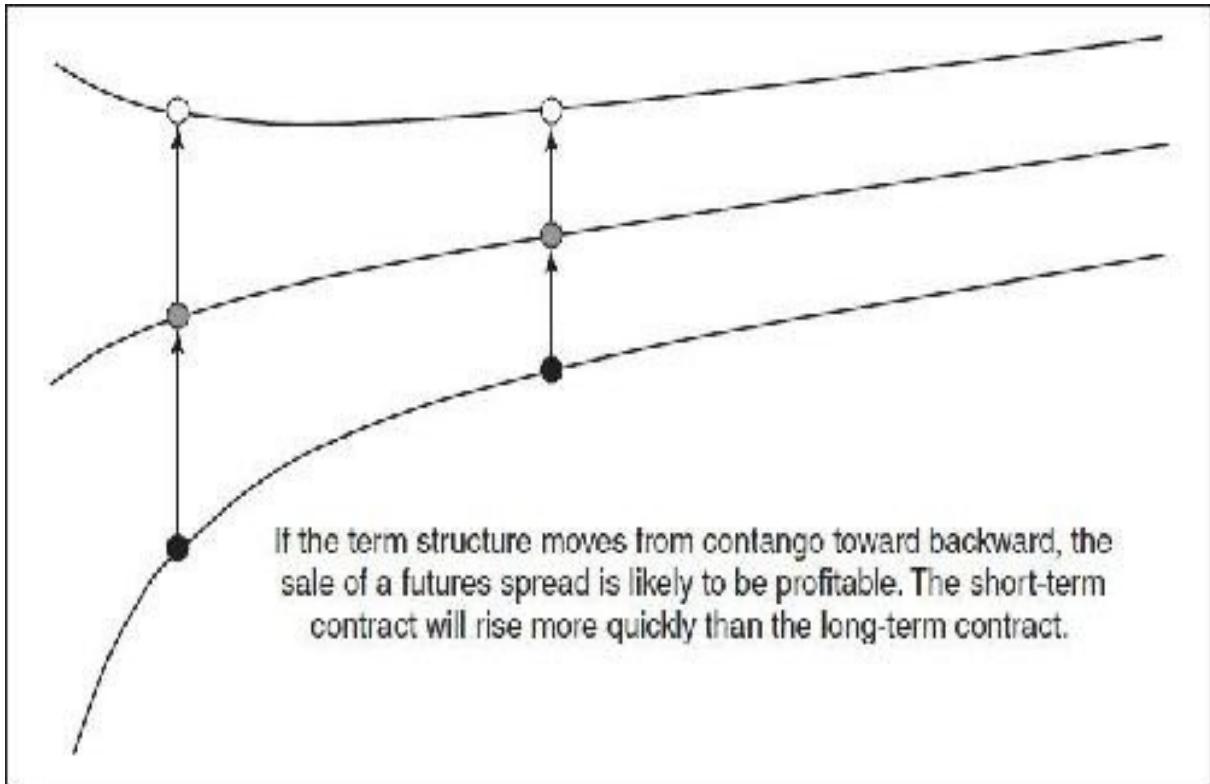
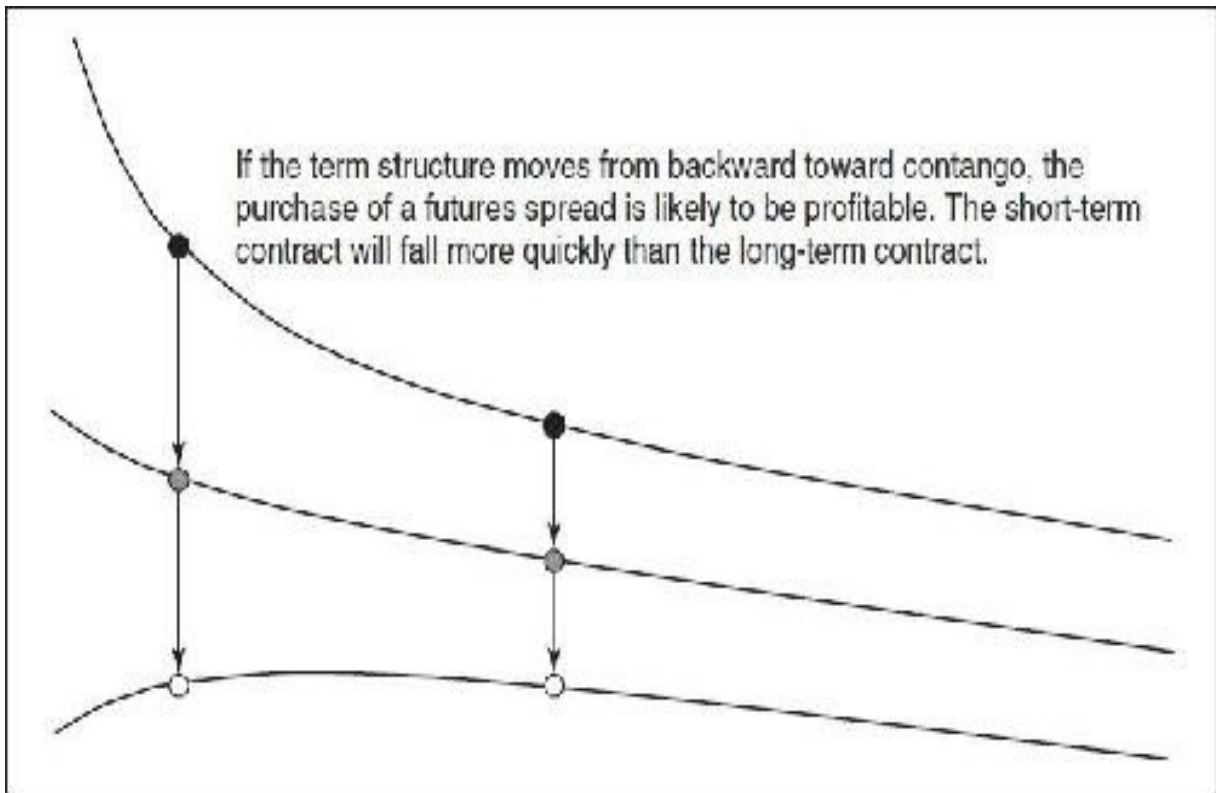


Figura 25-15 un diferencial de futuros cuando la estructura temporal se mueve desde atrás hacia el contango.



Opciones VIX

El CBOE empezó a negociar opciones sobre el VIX en 2006. Las opciones son europeas (sin ejercicio anticipado) y se liquidan en el valor del VIX en la apertura de la negociación del miércoles de vencimiento, y cada punto de volatilidad tiene un valor de 100 dólares.

En comparación con otros índices financieros, el VIX es muy volátil. En [la Figura 25-4](#), es evidente que el VIX puede duplicar o incluso triplicar su precio en cortos periodos de tiempo. La naturaleza volátil del VIX se confirma en [la Figura 25-16](#), las volatilidades a 50 y 250 días del VIX de 2003 a 2012. Durante el periodo de muestra años, la volatilidad a 50 días alcanzó ocasionalmente máximos de casi el 200%, mientras que rara vez cayó por debajo del 50%. Un operador podría suponer que las opciones sobre el VIX tendrán un precio acorde, con volatilidades implícitas que reflejen la naturaleza altamente volátil del índice. Esto sería cierto si se pudiera cubrir una posición de opciones sobre el VIX con el VIX. Pero como el índice en sí no puede comprarse o venderse fácilmente, el instrumento más utilizado para cubrir una posición en opciones sobre el VIX es un contrato de futuros sobre el VIX. Los futuros del VIX, sin embargo, son menos volátiles que el índice porque los precios de los futuros tienden a cambiar a un ritmo más lento que el precio del índice. [La Figura 25-17](#) muestra la volatilidad a 50 días del índice

en comparación con la misma volatilidad a 50 días de los tres primeros meses de futuros. Rara vez el contrato de futuros del primer mes es tan volátil como el . Además, los meses posteriores son cada vez menos volátiles, lo que refleja la convergencia de la estructura temporal del índice.

Figura 25-16 Volatilidad histórica del ViX a 50 y 250 días: 2003-2012.

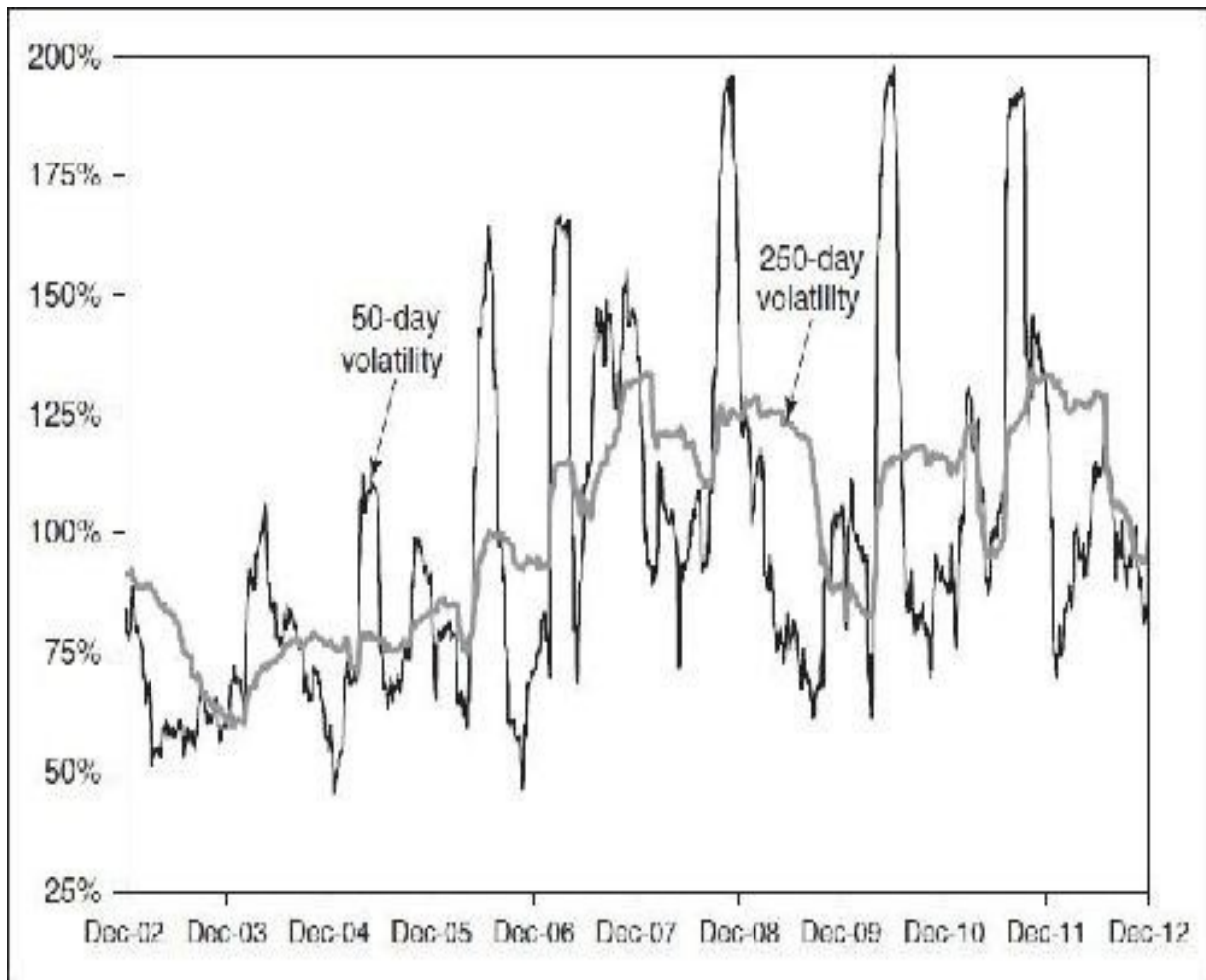
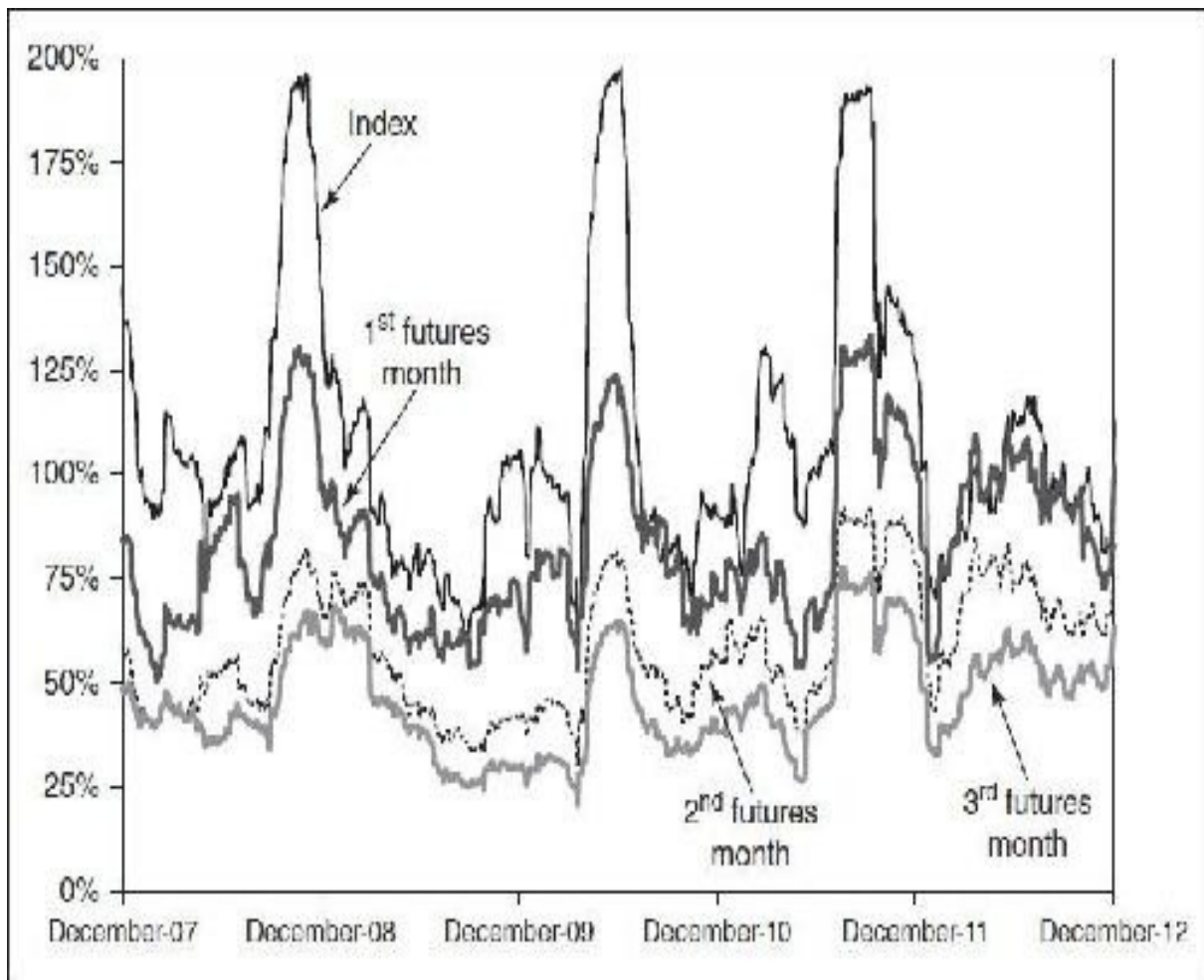


Figura 25-17 Volatilidad histórica a 50 días del ViX y de los tres primeros meses de futuros.



Al igual que un operador de futuros sobre el VIX puede sentirse decepcionado cuando un contrato de futuros no se mueve tanto como el índice, un operador de opciones sobre el VIX puede sentirse decepcionado cuando el valor de una opción no reacciona a la volatilidad total del índice. Para un operador teórico que siga un procedimiento de cobertura dinámico, las expectativas sobre la volatilidad del VIX deberían centrarse en la volatilidad del contrato de futuros utilizado para cubrir la posición en opciones, no en la volatilidad del índice.

Las opciones sobre el VIX no sólo tienden a tener volatilidades implícitas más bajas de lo que cabría esperar de la volatilidad del índice, sino que la distribución de las volatilidades implícitas difiere significativamente de la de otros mercados de opciones. El precio de una acción o materia prima tradicional puede, en teoría, subir sin límite. Además, durante largos periodos de tiempo, existe la expectativa de que los precios de muchas acciones y materias primas cotizadas se revalorizarán, y los periodos de tiempo más largos irán acompañados de una mayor revalorización. Esta es la filosofía que subyace a la inversión a largo plazo. Pero, a diferencia del precio de una acción o una materia prima, en un determinado periodo de tiempo existen límites prácticos más allá de los cuales es improbable que llegue la volatilidad implícita. Una opción

Un operador se sorprendería mucho si viera que la volatilidad implícita de un índice bursátil cae por debajo del 5%, independientemente del tiempo que lleve observando el mercado. Del mismo modo, un operador se sorprendería si viera que la volatilidad implícita supera el 100%. Además, el valor del VIX se ve influido por las características de reversión a la media de la volatilidad. Cuando el VIX está en un nivel muy bajo, hay más probabilidades de que suba; cuando está en un nivel muy alto, hay más probabilidades de que baje. En consecuencia, las expectativas sobre los precios del VIX diferirán de las expectativas sobre el precio de los contratos subyacentes tradicionales. Estas expectativas se reflejan en el sesgo de la volatilidad, la distribución de las volatilidades implícitas de las opciones sobre el VIX entre los precios de ejercicio.

En [la Figura 25-18](#) se muestran los sesgos de volatilidad de las opciones VIX el 19 de marzo de 2012. La forma de estos sesgos es considerablemente diferente del sesgo de una acción o materia prima típica. Con algunas variaciones, en la mayoría de los mercados de opciones sobre acciones y materias primas, los precios de ejercicio que están más alejados del precio subyacente actual tienden a llevar volatilidades implícitas cada vez más altas, de ahí el término *sonrisa de volatilidad*. Sin embargo, en el caso de las opciones sobre el VIX, la volatilidad implícita de los precios de ejercicio más bajos disminuye muy rápidamente. Mientras que los precios de ejercicio más altos conllevan volatilidades implícitas más altas, en algún punto al alza, las volatilidades implícitas dejan de aumentar y tienden a aplanarse. Más que una sonrisa, la forma del sesgo podría describirse como medio ceño fruncido.

Las opciones sobre el VIX parecen implicar una distribución de precios diferente a la de una acción o una materia prima tradicional. Utilizando los precios de las opciones y el enfoque mariposa descrito en [el Capítulo 24](#), podemos construir una distribución de precios implícita para el

VIX. Esta distribución se muestra en [la Figura 25-19](#) para las opciones de junio el 19 de marzo de 2012, cuando faltaban aproximadamente tres meses para el vencimiento. En ese , las opciones de junio

Los futuros del VIX cotizaban a 23,95. En comparación con una distribución lognormal tradicional, la cola izquierda está mucho más restringida, lo que refleja la creencia de que casi no hay posibilidades de que el VIX se sitúe por debajo de 10,00 al vencimiento de junio. La cola derecha también está más restringida, lo que quizá refleje la creencia de que los grandes movimientos al alza son menos probables que en una distribución lognormal. Aunque puede ser difícil de discernir en el , el mercado también parece estar implicando una probabilidad ligeramente mayor de un movimiento alcista muy grande en el extremo de la cola derecha.

Figura 25-18 Inclinaciones de la volatilidad implícita de la opción ViX, 19 de marzo de 2012.

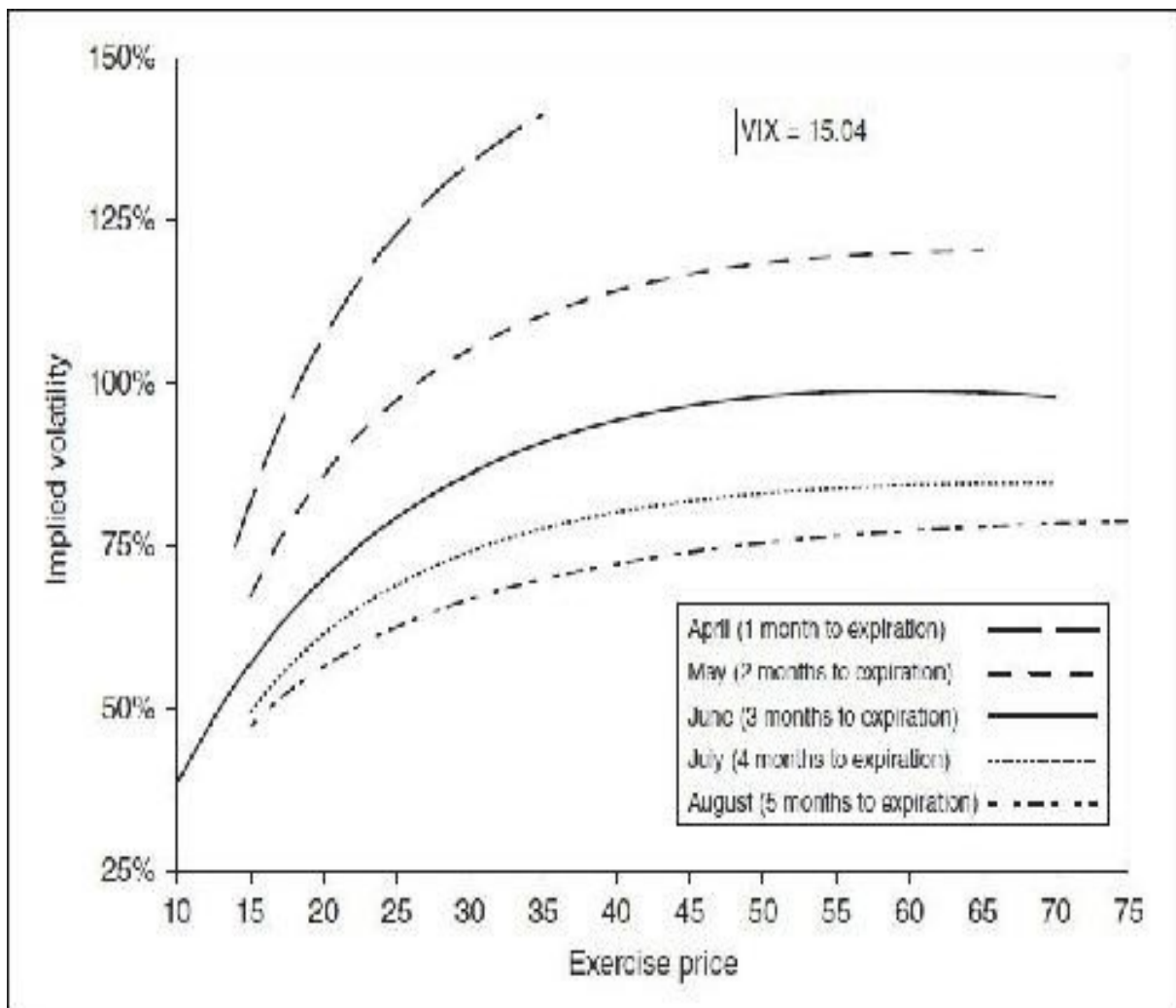
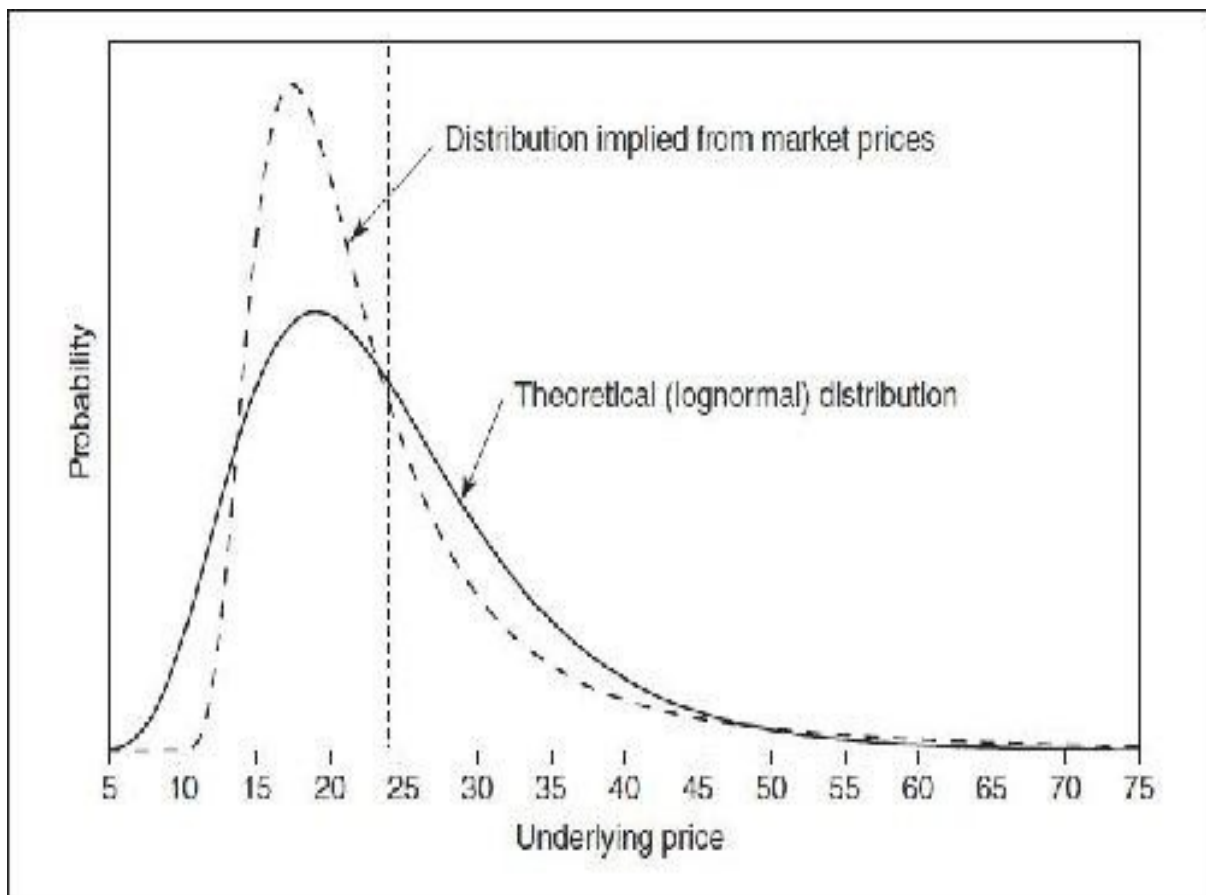


Figura 25-19 Distribución de precios a tres meses implícita a partir de los precios de las opciones ViX, 19 de marzo de 2012 [con el futuro a tres meses (junio) a 23,95].



Replicar un contrato de volatilidad

Aunque la replicación de una posición de varianza realizada o VIX no es una opción práctica para la mayoría de los operadores, en teoría, es posible crear una posición de este tipo. ¿Cómo puede hacerse?

Supongamos que un operador vende un contrato de varianza realizada con una volatilidad del 20 (por ciento), equivalente a una varianza de $20^2 = 400$. Si la volatilidad realizada real durante la vigencia del contrato es superior al 20%, el operador perderá dinero; si la volatilidad realizada real es inferior al 20%, el operador ganará dinero.

¿Cómo puede un operador cubrir esta posición? Una posición de varianza puede replicarse mediante

comprar una tira de opciones de todos los precios de ejercicio. Para crear una posición con una exposición de varianza constante, es necesario comprar $1/X^2$ (donde X es el precio de ejercicio) de cada opción. A continuación, mediante la cobertura dinámica de toda la con el fin de mantener la delta neutral durante toda la vida del swap de varianza, el total de la estrategia coincidirá exactamente con la varianza real realizada de la

contrato de desviación.

Puede parecer que una posición de volatilidad puede replicarse utilizando el mismo enfoque. Pero el hecho de que la volatilidad sea la raíz cuadrada de la varianza significa que si la exposición a la varianza es constante, la exposición a la volatilidad no puede ser constante. Volvamos a un ejemplo anterior en el que un contrato de volatilidad realizada con una exposición a la vega de 10.000 dólares se compró a un precio de 20. Podemos comparar los resultados en dos casos diferentes. En el primer , el contrato se liquida en puntos de varianza, y cada punto tiene un valor igual a la vega nocional dividida por el doble del precio de volatilidad: $10.000 \text{ \$} / (2 \times 20) = 250 \text{ \$}$. En el segundo caso, el contrato se liquida en puntos de volatilidad, teniendo cada punto un valor de \$10,000.

Realized Variance	Variance P&L	Realized Volatility	Volatility P&L
250	-\$37,500	15.81	-\$41,900
300	-\$25,000	17.32	-\$26,800
350	-\$12,500	18.71	-\$12,900
400	0	20	0
450	+\$12,500	21.21	+\$12,100
500	+\$25,000	22.36	+\$23,600
550	+\$37,500	23.45	+\$34,500

Con una varianza realizada de 400 (una volatilidad realizada de 20), las pérdidas y ganancias de la varianza y las de la volatilidad son iguales. Sin embargo, a medida que aumenta la diferencia entre el precio de la varianza contractual de 400 (un precio de volatilidad de 20) y la varianza realizada, aumenta la diferencia entre pérdidas y ganancias de la varianza y las pérdidas y ganancias de la volatilidad.

Una tira de opciones realizada en la proporción correcta de $1/X^2$ produce una exposición constante a la varianza. Pero la misma tira de opciones no produce una exposición constante a la volatilidad. A medida que la volatilidad realizada sube o baja, un operador que utiliza una tira de opciones para cubrir una posición de volatilidad no puede estar seguro de que la tira compensará exactamente su posición. Esta incertidumbre dificulta la cobertura de la volatilidad.

por lo que estos contratos suelen liquidarse en puntos de varianza.

En nuestro ejemplo, si el operador puede crear la cobertura que replica una posición larga de volatilidad a un precio de 19 (porcentaje), tendrá un cierto beneficio en forma de arbitraje. Tiene una posición corta de volatilidad a un precio de 20 (una varianza de 400) y una posición larga de varianza a un precio de 19 (una varianza de 361). Si el contrato se liquida en puntos de varianza, deberá obtener un beneficio de $39 \times \$ = \$9,750$.

Si un operador compra toda la tira de opciones para conseguir una exposición de varianza constante, ¿cómo puede determinar el valor de volatilidad de la tira? ¿Compró la tira a una volatilidad del 19%, del 20%, del 21% o a otra volatilidad? La metodología utilizada por el CBOE para calcular el VIX es esencialmente una forma de convertir el coste de la tira en un valor de volatilidad. Esto es análogo a tomar el precio de una opción y convertirlo en una volatilidad implícita. La metodología del VIX toma los precios de todas las opciones de la tira y los convierte en una posición de volatilidad implícita, pero con una exposición de varianza constante.

Al vencimiento, el valor de un contrato VIX viene determinado por una única tira de opciones SPX que vencen 30 días en el futuro. Pero el VIX representa una volatilidad implícita constante a 30 días, y antes del vencimiento no hay opciones que venzan exactamente a 30 días. En consecuencia, para calcular el VIX se necesitan dos tiras de opciones que venzan a 30 días, con la ponderación adecuada de cada tira para obtener una volatilidad implícita a 30 días. En teoría, cada tira debe estar cubierta dinámicamente para mantener la neutralidad delta. Pero la replicación del VIX requiere la compra de una tira y la venta de la otra, y resulta que los valores gamma de cada tira se compensarán aproximadamente entre sí. Con una gamma total cercana a 0, no es necesaria una cobertura delta neutral. La posición puede mantenerse hasta el vencimiento del contrato VIX, momento en el que la tira a largo plazo puede cerrarse a los precios de mercado de las opciones que determinarán el valor de vencimiento del VIX.

Por desgracia, esta estrategia plantea varios problemas. Cuando se la tira a largo plazo, el operador también querrá cerrar la tira a corto plazo. Sin embargo, mientras que la tira a largo plazo se cierra mediante la rotación especial de apertura el miércoles de vencimiento del VIX, la tira a corto plazo vence en realidad el viernes inmediatamente anterior o inmediatamente posterior al vencimiento del VIX. Si las opciones que componen la tira a corto plazo vencen el viernes posterior al miércoles

VIX, el operador puede intentar cerrar él mismo la banda a corto plazo el miércoles de vencimiento. Pero para ello, tendrá que renunciar al diferencial de compra-venta de cada opción, y esto puede resultar costoso. Si las opciones que componen la

Si la tira a corto plazo vence el viernes anterior al miércoles de vencimiento del VIX, el operador tendrá que mantener una posición descubierta en la tira a largo plazo durante cinco días más. Esto también puede resultar costoso. ¿Cómo puede el operador hacer frente al riesgo de que las bandas a corto y largo plazo no venzan mismo tiempo? Desgraciadamente, no existe una buena solución a este problema, que es una de las razones por las que replicar el VIX es tan difícil.

Se plantea un problema adicional porque el valor del VIX se calcula a partir de los precios de las opciones out-of-the-money. Si un inversor replica el VIX en comprando una tira y vendiendo otra, es casi seguro que algunas de las opciones que antes estaban fuera del dinero pasarán a estar dentro del dinero a lo largo de la vida de la tira. Para tener una posición igual al valor del VIX al vencimiento, las opciones in-the-money deben convertirse en opciones out-of-the-money. Sabemos por sintética que una opción in-the-money cubierta con un contrato subyacente es equivalente a una opción out-of-the-money del tipo opuesto. Por lo tanto, por cada opción que esté dentro del dinero, un operador puede comprar o vender, según sea necesario, un contrato subyacente. Cuando toda la posición, incluidos los contratos subyacentes, se cierre al vencimiento, será exactamente igual al valor de vencimiento de la opción.

VIX. El único problema de este enfoque es que no existe un subyacente fácilmente negociable para las opciones sobre el SPX, ya que el subyacente consiste en una cesta de los 500 valores que componen el s&P 500. Si existen futuros del s&P 500 que venzan al mismo tiempo que el VIX, pueden utilizarse como sustituto del contrato subyacente. Si hay futuros del s&P 500 disponibles que venzan al mismo tiempo que el VIX, los futuros pueden utilizarse como sustituto del contrato subyacente. De lo contrario, el operador puede tener que crear un subyacente sustitutivo, quizás en forma de combos (es decir, compra larga/venta corta o compra corta/venta larga, con el mismo precio de ejercicio) que venzan al mismo tiempo que la tira a corto plazo.

Aunque una empresa profesional de negociación de derivados podría en algunos casos tratar de replicar un contrato de varianza realizada o VIX en el mercado de opciones, para la mayoría de los operadores, dadas las complejidades, replicar estos contratos no es una posibilidad realista.

Aplicaciones de los contratos de volatilidad

Sin duda, el uso más común del VIX y de los contratos de varianza es especular con la volatilidad. Un operador que tenga una opinión sobre si la volatilidad realizada subirá o bajará puede especular comprando o vendiendo un swap de varianza. Un operador que tenga una opinión sobre si la volatilidad implícita subirá o bajará puede especular comprando o vendiendo un contrato VIX. En este último, el operador puede especular directamente con

volatilidad implícita negociando futuros del VIX o especular con volatilidad del VIX negociando opciones del VIX.

Los contratos de volatilidad también pueden utilizarse como instrumento de cobertura. Los creadores de mercado y los gestores de fondos de cobertura a veces adquieren posiciones de volatilidad, quizá involuntariamente, como resultado de sus actividades de mercado. Si desean cubrir parte de este riesgo de volatilidad, los contratos de varianza y VIX ofrecen una forma sencilla de hacerlo. Un operador que tenga una posición de volatilidad realizada, ya sea una gamma positiva o negativa, puede negociar contratos de varianza para cubrir su riesgo de volatilidad realizada. Un operador que tenga una posición de volatilidad implícita, ya sea una vega positiva o negativa, puede negociar contratos VIX para cubrir su riesgo de volatilidad implícita.

Además de cubrir una posición de volatilidad, los contratos del VIX pueden utilizarse a veces como cobertura frente a una posición de mercado, especialmente una posición de mercado que se aproxime a una cartera de amplia base. Dado que existe una correlación inversa entre el movimiento del mercado bursátil y los cambios en la volatilidad implícita (véanse [las Figuras 25-4 y 25-5](#)), un gestor de cartera que esté largo en renta variable podría tomar una posición larga en el VIX comprando futuros del VIX, comprando opciones de compra del VIX o vendiendo opciones de venta del VIX. Si los precios de las acciones bajan, existe la expectativa de que la volatilidad implícita aumente, y el consiguiente aumento de valor de la posición en el VIX compensará al menos parte de las pérdidas en el mercado bursátil.

Aunque los contratos de volatilidad se utilizan con mayor frecuencia para abordar problemas directos de volatilidad, los participantes en el mercado a veces asumen posiciones indirectas de volatilidad, posiciones que tienen implicaciones de volatilidad que no son inmediatamente evidentes. Por ejemplo, un creador de mercado de opciones suele beneficiarse de un mayor volumen de negociación de opciones. Pero un mayor volumen suele ser el resultado de una mayor volatilidad. Cuando hay mayor volatilidad, hay mayor demanda de opciones. Como tal, el creador de mercado tiene una posición larga indirecta en volatilidad. Le gustaría que la volatilidad aumentara, no porque haya tomado intencionadamente una posición larga en volatilidad, sino porque está en un negocio en el que una mayor volatilidad tiende a generar mayores beneficios. Para cubrir esta posición larga indirecta de volatilidad, los creadores de mercado a veces toman una posición corta de volatilidad en contratos de volatilidad, más comúnmente el VIX. Por supuesto, el creador de mercado está realmente cubriendo el volumen de negociación, y no debe tomar una posición tan grande en el VIX que su atención se desvíe de sus actividades primarias de creación de mercado.

Otro tipo de posición de volatilidad indirecta es aquella en la que un gestor de cartera debe reequilibrar periódicamente una cartera. El proceso de reequilibrio tiene un coste, que suele ser mayor en épocas de alta volatilidad, cuando los diferenciales entre precio de compra y precio de venta tienden a ampliarse. Por lo tanto, el gestor de la cartera toma una posición corta en volatilidad cuando se acerca el periodo de reequilibrio. Puede cubrir esta posición

posición corta de volatilidad tomando una posición larga de volatilidad en el VIX.

Por último, hay algunas posiciones que se toman en el mercado de opciones que no suelen considerarse posiciones de volatilidad, pero que tienen implicaciones de volatilidad. Quizá la estrategia de cobertura de opciones más común sea la opción de compra cubierta, la venta de opciones de compra contra una posición subyacente larga. Consideremos el caso de un gestor de cartera que vende opciones de compra sobre índices a cambio de una amplia cartera de valores. ¿Cuáles son sus objetivos? En primer lugar, quiere que aumente el valor de su cartera. En segundo lugar, quiere superar algún índice de referencia con el que se mida su rendimiento, quizás un índice de base amplia como el S&P 500.

Si el gestor vende opciones de compra de su cartera y el mercado sube, logrará su primer objetivo porque la cartera aumentará de valor. Pero si el mercado sube demasiado, las opciones vendidas se ejecutarán, lo que limitará el potencial de beneficios. Si el mercado sigue subiendo, fracasará en su segundo objetivo porque el índice de referencia acabará superando a la cartera.

Si el gestor vende opciones de compra contra su cartera y el mercado cae, logrará su segundo objetivo de superar al índice porque habrá obtenido una prima mediante la venta de opciones de compra. Pero, si la caída es lo suficientemente grande, fracasará en su primer objetivo porque las opciones cubiertas sólo ofrecen una cobertura parcial frente a un mercado a la baja.

Desde el punto de vista del gestor de la cartera, la estrategia de las opciones de compra cubiertas obtendrá los mejores resultados y logrará sus dos objetivos cuando el mercado no se mueva o se mueva muy poco. La cartera aumentará de valor gracias a la prima recibida por las opciones cubiertas. Y la cartera obtendrá mejores resultados que un índice de referencia compuesto únicamente por acciones. Si el gestor de la cartera quiere que el mercado no se mueva, tiene una posición corta en volatilidad. Puede cubrir parte del riesgo de una posición corta en volatilidad tomando una posición larga en el VIX, normalmente comprando futuros del VIX.

¹ Cuando un contrato se negocia entre particulares sin una bolsa como intermediario, la posibilidad de que una de las partes incumpla sus obligaciones añade una dimensión de riesgo adicional a la negociación. El riesgo de contraparte puede ser una consideración importante en el mercado extrabursátil.

² Para una descripción de la metodología original del VIX, véase Robert Whaley, "Derivatives on Market Volatility: Hedging Tools Long Overdue", *Journal of Derivatives*, otoño de 1993, pp. 71-84.

³ Kresimir Demeterfi, Emmanuel Derman, Michael Kamal y Joseph Zou, "More than You Ever Wanted to Know about Volatility Swaps", Goldman Sachs Quantitative Strategies Research Notes, Nueva York, marzo de 1999.

⁴ Esto equivale esencialmente a comprar straddles at-the-money.

⁵ Para una descripción detallada de la metodología de cálculo del VIX, véase "The CBOE Volatility Index", disponible en: <https://www.cboe.com/micro/vix/vixwhite.pdf>.

Una reflexión final

Dado que el uso de un modelo teórico de fijación de precios exige que el operador tome tantas decisiones diferentes con respecto tanto a los datos que se introducen en el modelo como a la fiabilidad de los supuestos en los que se basa el modelo, un nuevo operador de opciones puede pensar que tomar las decisiones correctas es una tarea imposible o simplemente una cuestión de suerte. Es cierto que es casi seguro que un operador que utilice un modelo se equivoque al menos en algunos de los datos del modelo, y no cabe duda de que la suerte desempeña un papel a corto plazo. Pero a largo plazo, los operadores que están dispuestos a hacer el esfuerzo necesario para entender cómo funciona un modelo, incluidos sus puntos fuertes y débiles, siempre salen ganando. Los operadores experimentados saben que, en la mayoría de los casos, utilizar un modelo, con todos sus problemas, sigue siendo la mejor forma de evaluar las opciones y gestionar el riesgo.

Independientemente de que un modelo sea simple o complejo, el operador que lo utiliza debe tener fe en él. De lo contrario, ¿para qué utilizarlo? De hecho, para los operadores que no dominan las matemáticas, utilizar un modelo suele ser un acto de fe. Pero tener fe en un modelo no significa tener una fe ciega e incuestionable. Si un modelo arroja valores que son claramente incoherentes con el sentido común, o si las condiciones del mercado cambian tan rápidamente que no resulta práctico utilizar el modelo en su forma actual, el operador puede tener que decidir si ajusta el modelo, si es posible, o simplemente deja de . Aunque hemos insistido en la importancia de los modelos, el trading es tanto un arte como una ciencia. Los operadores experimentados saben que hay momentos en los que quizá sea mejor dejar de lado el modelo y tomar decisiones basadas en otros activos intangibles, ya sea la intuición, la "sensación de mercado" o la experiencia. Un operador que utiliza servilmente un modelo para tomar todas sus decisiones comerciales está abocado al desastre. Sólo un operador que entienda perfectamente lo que un modelo puede y no puede hacer hacer del modelo su sirviente en lugar de su amo.

Glosario de terminología sobre opciones

Este glosario incluye los términos relacionados con las opciones tal y como se utilizan con más frecuencia. Sin embargo, el lector debe ser consciente de que la terminología de las opciones no es uniforme. En ocasiones, los operadores pueden referirse a diferentes estrategias o características de las opciones con el mismo término. En ocasiones, pueden referirse a la misma estrategia o característica con términos diferentes.

Todo o nada (AON) Orden que debe ejecutarse en su totalidad o no ejecutarse absoluto.

Opción americana Opción que puede ejercerse en cualquier momento antes del vencimiento.

Arbitraje Compra y venta del mismo producto o de productos estrechamente relacionados en mercados diferentes para aprovechar una disparidad de precios entre ambos mercados.

Opción asiática Véase *Opción de precio medio*.

Cesión Proceso por el cual se notifica al vendedor de una opción la intención del comprador de ejercerla. El vendedor debe tomar una posición corta en la posición subyacente en el caso de una opción de compra o una posición larga en el caso de una opción de venta.

A **plazo** Opción cuyo precio de ejercicio es igual al precio a plazo del contrato subyacente. A veces se denomina *At-the-Money Forward*.

At the Money Opción cuyo precio de ejercicio es igual al precio actual del contrato subyacente. En las bolsas de opciones cotizadas, el término se utiliza más comúnmente para referirse a la opción cuyo precio de ejercicio está más próximo al precio actual del contrato subyacente.

Ejercicio automático Ejercicio por parte de la cámara de compensación de una opción in-the-money al vencimiento, a menos que el titular de la opción presente instrucciones específicas en sentido contrario.

Opción de precio medio Opción cuyo valor al vencimiento viene determinado por el precio medio del instrumento subyacente durante un período de tiempo determinado. También se conoce como *opción asiática*.

Backspread Un spread, normalmente delta neutral, en el que se compran más opciones de las que se venden, en el que todas las opciones son del mismo tipo y vencen al mismo tiempo.

Atrasado Mercado de futuros en el que los meses de entrega a largo plazo se negocian con descuento respecto a los meses de entrega a corto plazo.

Opción de barrera Tipo de opción exótica que se hará efectiva o dejará de existir si el instrumento subyacente cotiza a un precio predeterminado o por encima del mismo antes de su vencimiento.

Spread bajista Cualquier spread que teóricamente aumentará de valor con una caída del precio del contrato subyacente.

Opción Bermuda Opción que puede ejercerse antes del vencimiento, pero sólo durante un período o ventana predeterminados. También se conoce como *Opción Mid-Atlantic*.

Opción binaria Opción que, si está dentro del dinero al vencimiento, realiza un pago predeterminado. También se conoce como *opción digital*.

Cuadro Una opción de compra larga y una opción de venta corta a un precio de ejercicio, junto con una opción de compra corta y una opción de venta larga a un precio de ejercicio diferente. Todas las opciones deben tener el mismo contrato subyacente y vencer al mismo tiempo.

Spread alcista Cualquier spread que teóricamente aumentará de valor con una subida del precio del contrato subyacente.

Mariposa La venta (compra) de dos opciones con el mismo precio de ejercicio, junto con la compra (venta) de una opción con un precio de ejercicio inferior y una opción con un precio de ejercicio superior. Todas las opciones deben ser del mismo tipo, tener el mismo contrato subyacente y vencer al mismo , y debe haber un incremento igual entre los precios de ejercicio.

Compra/Escritura La compra de un contrato subyacente junto con la venta de una opción de compra sobre dicho contrato.

Cabinet Bid Precio de opción inferior al precio mínimo normalmente permitido. En algunas bolsas, se permite una oferta de gabinete entre operadores que desean cerrar posiciones en opciones fuera del dinero.

Calendar Spread La compra (venta) de una opción que vence en una fecha y la venta (compra) de otra opción que vence en una fecha diferente. Normalmente, ambas opciones son del mismo tipo, tienen el mismo precio de ejercicio y tienen la misma acción o materia prima subyacente. También se conoce como *Time Spread* o *Horizontal Spread*.

Opción de compra Contrato entre un comprador y un vendedor por el que el comprador adquiere el derecho, pero no la obligación, de comprar un contrato subyacente especificado a un precio fijo en una fecha determinada o antes. El vendedor de la opción de compra asume la obligación de entregar el contrato subyacente si el comprador desea ejercer su opción.

Cap Contrato entre un prestatario y un prestamista de fondos a tipo variable por el que se garantiza al prestatario que no pagará más de un tipo de interés máximo por los fondos prestados. Es análogo a una opción de compra en la que el instrumento subyacente es un tipo de interés sobre fondos prestados.

Encanto Sensibilidad del delta de una opción al paso del tiempo.

Opción Chooser Un straddle en el que el propietario debe decidir en una fecha predeterminada si mantiene la opción de compra o la de venta.

Árbol de Navidad Diferencial con tres precios de ejercicio. Se compran una o varias opciones de compra (de venta) al precio de ejercicio más bajo (más alto) y se venden una o varias opciones de compra (de venta) a cada uno de los precios de ejercicio más altos (más bajos). Todas las opciones deben vencer al mismo tiempo, ser del mismo tipo y tener el mismo contrato subyacente. También se conoce como *Escalera*.

Clase Todas las opciones del mismo tipo con la misma fecha de vencimiento y el mismo instrumento subyacente.

Cámara de compensación Organización que garantiza la integridad de todas las operaciones realizadas en una bolsa.

Miembro compensador Empresa miembro de una bolsa autorizada por la

cámara de compensación que procese las operaciones de sus clientes y que garantice, mediante el cobro de márgenes y variaciones, la integridad de las operaciones de sus clientes.

Collar Posición subyacente larga (corta) que se cubre con una opción de venta larga (corta) fuera del dinero y una opción de compra corta (larga) fuera del dinero. Todas las opciones deben vencer al mismo . También conocido como *Cilindro*, *Cercado* o *Rango a Plazo*.

Color Sensibilidad de la gamma de una opción al paso del tiempo.

Combinación (Combo) Diferencial de opciones de dos caras que no pertenece a ninguna categoría bien definida de diferenciales. Por lo general, se refiere a una opción de compra larga y una opción de venta corta o una opción de compra corta y una opción de venta larga, que juntas forman una posición sintética en el contrato subyacente.

Opción compuesta Opción de compra de una opción.

Cóndor La venta (compra) de dos opciones con diferentes precios de ejercicio, junto con la compra (venta) de una opción con un precio de ejercicio inferior y una opción con un precio de ejercicio superior. Todas las opciones deben ser del mismo tipo, tener el mismo contrato subyacente y vencer al mismo , y debe haber un incremento igual entre los precios de ejercicio.

Contango Mercado de futuros en el que los meses de entrega a largo plazo cotizan con prima respecto a los meses de entrega a corto plazo.

Orden de contingencia Orden que sólo entra en vigor cuando se cumplen una o varias condiciones predeterminadas en el mercado.

Conversión Una posición subyacente larga junto con una posición subyacente corta sintética. La posición sintética consiste en una opción de compra corta y una opción de venta larga, en las que ambas opciones tienen el mismo precio de ejercicio y vencen al mismo tiempo. A veces se denomina *conversión a plazo*.

Covered Write Venta de una opción de compra (venta) contra una posición larga (corta) existente en el contrato subyacente.

Cilindro Véase *Cilindro*.

Delta (Δ) Sensibilidad del valor teórico de una opción a una variación del precio del contrato subyacente. También se conoce como *ratio de cobertura*.

Delta Neutral Posición en la que la suma total de todos los deltas asciende aproximadamente a 0. En las condiciones actuales del mercado, la posición no tiene preferencia en cuanto a la dirección del movimiento del mercado subyacente.

Rollo Diagonal Ver *Caja de Tiempo*.

Diferencial diagonal Una opción larga a un precio de ejercicio y fecha de vencimiento, junto con una opción corta a un precio de ejercicio y fecha de vencimiento diferentes. Todas las opciones deben ser del mismo tipo. Es lo mismo que un diferencial de calendario con diferentes precios de ejercicio.

Opción digital Véase *Opción binaria*.

Dragonfly Un straddle largo (corto), junto con dos strangles cortos (largos) mismo precio de ejercicio, en el que todas las opciones vencen al mismo tiempo y tienen el mismo contrato subyacente. El precio de ejercicio del straddle suele caer lo más cerca posible del punto medio entre los precios de ejercicio de los strangles.

Cobertura dinámica Proceso en el que el contrato subyacente se compra o vende periódicamente para mantener una posición deseada en un mercado. La cobertura dinámica se utiliza con mayor frecuencia para mantener una posición de opción delta-neutral.

Eficiencia Número que representa el riesgo y la recompensa relativos de una posible estrategia de opciones. El riesgo y la recompensa suelen estar representados por la gamma, theta y vega totales de la estrategia. La eficiencia se genera dividiendo una sensibilidad por otra.

Elasticidad Variación porcentual del valor de una opción para una variación porcentual determinada del valor del instrumento subyacente. A veces se denomina *valor de apalancamiento* de una opción. La elasticidad se designa a veces con la letra griega *Lambda* (Λ).

Eurodivisa Moneda depositada en un banco fuera del país de origen de la moneda.

Tipo eurodivisa Tipo de interés pagado por las divisas depositadas en un banco.

fuera del país de origen de la moneda.

Opción europea Opción que sólo puede ejercerse al vencimiento.

Opción de canje Opción de canjear un activo por .

Ex-Dividendo Primer día en que una acción que paga dividendos cotiza sin derecho a percibir el dividendo.

Ejercicio Proceso por el cual el tenedor de una opción al vendedor su intención de tomar una posición larga en el contrato subyacente en el caso de una opción de compra o una posición corta en el contrato subyacente en el caso de una opción de venta.

Precio de ejercicio Precio al que se entregará el contrato subyacente en caso de que se ejerza una opción. También se conoce como *precio de ejercicio*.

Expiración (Expiry) Fecha y hora a partir de la cual una opción ya no puede ejercerse.

Opción exótica Opción con especificaciones contractuales no estándar. A veces se denomina *opción de segunda generación*. opciones exóticas suelen negociarse en el mercado extrabursátil.

Valor extrínseco Véase *Valor*

temporal. **Valor razonable** Véase

Valor teórico. **Cercado** Véase *Cuello*.

Fill or Kill (FOK) Orden que se cancelará automáticamente a menos que pueda ejecutarse inmediatamente y en su totalidad.

Opción flexible Opción negociada en bolsa en la que el comprador y el vendedor pueden negociar las condiciones exactas del contrato de opción. Normalmente, esto incluye el precio de ejercicio, la fecha de vencimiento y el estilo de ejercicio (europeo o americano).

Suelo Contrato entre un prestatario y un prestamista de fondos a tipo variable por el que el prestamista se asegura recibir no menos de un interés mínimo.

tipo de interés de los fondos prestados. Esto es análogo a una opción de venta en la que el instrumento subyacente es un tipo de interés sobre fondos prestados.

Contrato a plazo Acuerdo entre un comprador y un vendedor para intercambiar dinero por bienes en una fecha posterior. Al vencimiento, el comprador está obligado a aceptar la entrega y el vendedor está obligado a realizarla.

Conversión hacia delante Véase *Conversión*.

Precio a plazo Precio que el comprador de un contrato a plazo se compromete a pagar al vencimiento del contrato.

Opción de inicio anticipado Opción que sólo entra en vigor en una fecha futura predeterminada.

Diferencial frontal Un diferencial, normalmente delta neutro, en el que se venden más opciones de las que se compran, en el que todas las opciones son del mismo tipo y todas vencen al mismo tiempo.

Fugit Suponiendo que todas las condiciones de mercado permanecen invariables, la cantidad esperada de tiempo restante hasta el ejercicio anticipado óptimo de una opción americana.

Contrato de futuros Contrato a plazo negociado en bolsa.

Liquidación de futuros Procedimiento de liquidación utilizado por las bolsas de materias primas por el que se realiza un depósito de margen inicial, pero en virtud del cual el comprador no efectúa un pago inmediato en efectivo al vendedor. La liquidación en efectivo tiene lugar al final de cada día de negociación sobre la base de la diferencia entre el precio de negociación original o el precio de liquidación del día anterior y el precio de liquidación del día en curso.

Gamma (Γ) Sensibilidad del delta de una opción a una variación del precio del contrato subyacente.

Good 'til Canceled (GTC) Orden que permanece activa hasta que puede ejecutarse o es cancelada por el cliente.

Estrangulamiento en el que tanto la opción de compra como la de venta están dentro del dinero.

Haircut En una bolsa de valores, dinero que un operador profesional debe mantener en su cuenta para cubrir el riesgo de su posición. La autoridad reguladora bajo la que opera la bolsa suele determinar los requisitos de recorte.

Ratio de cobertura Véase *Delta*.

Coberturista Operador que entra en el mercado con la intención específica de proteger una posición existente en un contrato subyacente.

Diferencial horizontal Véase *Diferencial de calendario*.

Inmediata o Cancelada (IOC) Orden que se cancelará automáticamente si no puede ejecutarse inmediatamente. No es necesario que una orden IOC se ejecute en su totalidad.

Volatilidad implícita Suponiendo que se conozcan todos los demás datos, la volatilidad que habría que introducir en un modelo teórico de fijación de precios para obtener un valor teórico idéntico al precio de la opción en el mercado.

Opción In Opción barrera que sólo se hace efectiva si el instrumento subyacente cotiza a un precio predeterminado antes de su vencimiento. También se conoce como *opción Knock-In*.

In-Price Precio al que debe cotizar el instrumento subyacente antes de que se haga efectiva una in-option.

In the Money Opción que tiene un valor intrínseco superior a 0. Una de compra está in the money si su precio de ejercicio es inferior al precio actual del contrato subyacente. Una opción de venta está dentro del dinero si su precio de ejercicio es al precio actual del contrato subyacente. Una opción también puede estar *In the Money Forward* si tiene un valor intrínseco superior a 0 en comparación con el precio a plazo del contrato subyacente.

Arbitraje de índices Estrategia que trata de beneficiarse de los precios relativos erróneos de las opciones, los contratos de futuros o los valores que componen un índice bursátil.

Diferencial intermercado Diferencial consistente en posiciones de mercado opuestas en dos o más valores subyacentes o materias primas diferentes.

Valor intrínseco Para una opción in-the-money, la diferencia entre el precio de ejercicio y el precio subyacente. Las opciones out-of-the-money no tienen valor intrínseco. Una opción cuyo precio es igual a su valor intrínseco se dice que cotiza a *Paridad*.

Iron Butterfly Un straddle largo (corto), junto con un strangle corto (largo), en el que todas las opciones vencen al mismo tiempo y tienen el mismo contrato subyacente. El precio de ejercicio del straddle se sitúa en el punto medio entre los precios de ejercicio del strangle.

Cóndor de Hierro Un estrangulamiento largo (corto) con precios de ejercicio más estrechos, junto con un estrangulamiento corto (largo) con precios de ejercicio más amplios, donde todas las opciones vencen al mismo tiempo y tienen el mismo contrato subyacente. El estrangulamiento más estrecho se centra entre los precios de ejercicio del estrangulamiento más amplio.

Jelly Roll Ver *Roll*.

Kappa (K) Véase *Vega*. La letra griega kappa se utiliza a veces para indicar el precio de ejercicio de una opción.

Opción Knock-In Ver *Opción In*.

Opción Knock-Out Véase *Opción Out*.

Escalera Véase *Árbol de Navidad*. Alternativamente, un tipo de opción exótica cuyo valor mínimo aumenta a medida que el contrato subyacente pasa por una serie de precios predeterminados, o peldaños, a lo largo de la vida de la opción.

Lambda (Λ) Véase *Elasticidad*.

LEAP (Long-Term Equity Anticipation Security) Opción de renta variable cotizada a largo plazo (normalmente más de un año).

Pierna Un lado de una posición extendida.

Valor de apalancamiento Véase *Elasticidad*.

Límite Máximo movimiento de precios permitido durante un determinado período de tiempo para un contrato negociado en bolsa.

Orden limitada Orden que debe ejecutarse a un precio determinado o mejor.

Local Operador independiente en una bolsa de materias primas. Los operadores locales desempeñan funciones similares a las de los creadores de mercado en las bolsas de valores y de opciones sobre acciones.

Mercado bloqueado Mercado bursátil en el que se ha interrumpido la negociación porque los precios han alcanzado el límite permitido por la bolsa.

Largo Posición resultante de la compra de un contrato. El término también se utiliza para describir una posición que teóricamente aumentará (disminuirá) de valor si el precio del contrato subyacente sube (baja). Tenga en cuenta que una posición de venta larga (corta) es una posición de mercado corta (larga).

Prima larga Posición que teóricamente aumentará de valor si el contrato subyacente se mueve mucho o rápidamente en cualquier dirección. La posición disminuirá teóricamente de valor si el mercado subyacente no se mueve o lo hace muy lentamente. El término también puede referirse a una posición que aumentará de valor si aumenta la volatilidad implícita.

Spread de ratio largo Spread en el que se compran más opciones de las que se venden.

Opción Lookback Opción exótica cuyo precio de ejercicio será igual al precio más bajo del instrumento subyacente en el caso de una opción de compra o al precio más alto del instrumento subyacente en el caso de una opción de venta durante la vida de la opción. Una opción lookback también puede tener un precio de ejercicio fijo, en cuyo caso su valor al vencimiento vendrá determinado por el precio subyacente máximo en el caso de una opción de compra o el precio subyacente mínimo en el caso de una opción de venta durante la vida de la opción.

Margen Dinero depositado por un operador en la cámara de compensación para garantizar la integridad de sus operaciones.

Market-if-Touched (MIT) Orden de contingencia que se convierte en orden de mercado si el contrato cotiza a un precio determinado o por encima de él.

Creador de mercado Negociador independiente o empresa de negociación, normalmente designado por una bolsa, que está preparado tanto para comprar como para vender contratos en un mercado designado. Un creador de mercado está obligado a cotizar tanto un precio de compra como de venta en su contrato designado.

Market-on-Close (MOC) Orden que debe ejecutarse al precio de mercado al cierre de la negociación de ese día.

Orden de mercado Orden que debe ejecutarse inmediatamente al precio actual de mercado.

Valor de mercado Método de valoración de una posición basado en el precio de mercado actual de todos los contratos que componen la posición.

Married Put Una opción de venta larga (corta) junto con una posición subyacente larga (corta).

Opción Atlántico Medio Véase Opción Bermudas.

Opción de curva intermedia En los mercados de opciones sobre futuros, opción a corto plazo sobre un contrato de futuros a largo plazo. Las opciones de curva intermedia son más comunes en los mercados futuros sobre divisas en euros, como los eurodólares y el Euribor.

Naked Una posición de mercado larga (corta) sin una posición de mercado corta (larga) compensatoria.

Diferencial neutral Diferencial neutral con respecto a alguna medida de riesgo, normalmente la delta. Un diferencial también puede ser neutral con respecto al lote, cuando el número total de contratos largos y cortos del mismo tipo son iguales.

No retenida Orden enviada a un corredor, pero sobre la que el corredor tiene discreción en cuanto a cuándo y cómo se ejecuta la orden.

Omega (Ω) Letra griega utilizada a veces para denotar la elasticidad de una opción. Una alternativa a lambda (Λ).

Una-Cancela-La-Otra (OCO) Dos órdenes presentadas simultáneamente, cualquiera las cuales puede ser ejecutada. Si se ejecuta una orden, la otra se cancela automáticamente.

Order Book Official (OBO) Funcionario de la bolsa responsable de la ejecución de órdenes de mercado o limitadas para clientes públicos.

Out of the Money Opción que actualmente no tiene valor intrínseco. Una opción de compra está fuera de dinero si su precio de ejercicio es superior al precio actual del contrato subyacente. Una opción de venta está fuera de dinero si su precio de ejercicio es inferior al precio actual del contrato subyacente. Una opción también puede *estar Out of the Money Forward* si no tiene valor intrínseco en comparación con el precio a plazo del contrato subyacente.

Opción Out Tipo de opción barrera que se considera vencida si el instrumento subyacente cotiza a un precio predeterminado antes del vencimiento. También se conoce como *opción Knock-Out*.

Precio de salida Precio al que debe cotizar el instrumento subyacente para que se considere vencida una opción de salida.

Out-Trade Operación que no puede ser procesada por la cámara de compensación debido a información contradictoria comunicada por las dos partes de la operación.

Suscripción La venta de una opción contra una posición existente en el contrato subyacente.

Paridad Véase *Valor intrínseco*.

Phi (Φ) En las opciones sobre divisas, sensibilidad del valor de la opción a una variación del tipo de interés extranjero. A veces se denomina *Rho*₂.

Pin Risk Riesgo para el vendedor de una opción que al vencimiento estará exactamente en el dinero. El vendedor no sabrá si se ejercerá la opción.

Seguro de cartera Proceso en el que la cantidad de participaciones en un instrumento subyacente se ajusta periódicamente para replicar las características de una opción sobre el instrumento subyacente. Es similar al proceso de cobertura dinámica delta-neutral utilizado para capturar el valor de una opción con un precio erróneo.

Posición La suma total de los contratos abiertos de un operador en un mercado subyacente concreto.

Límite de posición Para un operador individual o una empresa, el número máximo de contratos abiertos en el mismo mercado subyacente permitido por una bolsa o cámara de compensación.

Prima Precio de una opción.

Program Trading Estrategia de arbitraje que consiste en la compra o venta de un contrato de futuros sobre un índice bursátil contra una posición opuesta en los valores que lo componen.

Opción de venta Contrato entre un comprador y un vendedor por el que el comprador adquiere el derecho, pero no la obligación, de vender un contrato subyacente especificado a un precio fijo en una fecha determinada o antes. El vendedor de la opción de venta asume la obligación de recibir el contrato subyacente si el comprador desea ejercer su opción.

Alcance Hacia delante Ver *Collarín*.

Opción de trinquete Tipo de opción exótica cuyo valor mínimo viene determinado por el precio subyacente en una serie de intervalos de tiempo predeterminados a lo largo de la vida de la opción.

Ratio Spread Cualquier diferencial en el que el número de contratos de mercado largos (subyacente largo, opción de compra larga o opción de venta corta) y contratos de mercado cortos (subyacente corto, opción de compra corta o opción de venta larga) son desiguales.

Ratio Write Venta de múltiples opciones contra una posición existente en un contrato subyacente.

Reversión Véase *Conversión inversa*.

Conversión inversa Una posición subyacente corta junto con una posición subyacente larga sintética. La posición sintética consiste en una opción de compra larga y una opción de venta corta, en las que ambas opciones tienen el mismo precio de ejercicio y vencen al mismo tiempo. También se conoce como *Reversión*.

Rho (P) Sensibilidad del valor teórico de una opción a una variación de los tipos de interés.

Inversión del riesgo Posición subyacente larga (corta) junto con una opción de venta larga (corta) fuera del dinero y una opción de compra corta (larga) fuera del dinero. Ambas deben vencer al mismo tiempo. También se conoce como *Conversión Split-Strike*. La posición es equivalente a un *Collar*.

Roll Una opción de compra larga y una opción de venta corta con una fecha de vencimiento, junto con una opción de compra corta y una opción de venta larga con una fecha de vencimiento diferente. Las cuatro opciones deben tener el mismo precio de ejercicio y la misma acción o materia prima subyacente. En el argot, a veces se denomina *Jelly Roll*.

Scalper Operador de bolsa que espera obtener beneficios comprando continuamente al precio de compra y vendiendo al precio de venta en un mercado concreto. Los especuladores suelen tratar de cerrar todas sus posiciones al final de cada día de negociación.

Opción de segunda generación Véase Opción exótica.

Opción serial En las bolsas de futuros, un vencimiento de opción sin vencimiento de futuros correspondiente. El contrato subyacente de una opción en serie es el contrato de futuros más próximo al vencimiento de la opción.

Serie Todas las opciones con el mismo contrato subyacente, el mismo precio de ejercicio y la misma fecha de vencimiento.

Corto Posición resultante de la venta de un contrato. El término también se utiliza para describir una posición que teóricamente aumentará (disminuirá) de valor si el precio del contrato subyacente baja (sube). Tenga en cuenta que una posición de venta corta (larga) es una posición de mercado larga (corta).

Prima corta Posición que teóricamente aumentará de valor si el contrato subyacente no se mueve o lo hace muy lentamente. La posición teóricamente disminuirá de valor si el mercado subyacente se mueve mucho o muy rápido en cualquier dirección. El término también puede referirse a una posición que aumentará de valor si la volatilidad implícita disminuye.

Short Ratio Spread Diferencial en el que se venden más opciones de las que se compran.

Short Squeeze Situación en el mercado de opciones sobre acciones, normalmente resultante de una oferta pública de adquisición parcial, en la que no se pueden tomar prestadas acciones para mantener una posición corta en acciones. Si se asigna a una posición corta de opciones de compra, un operador puede verse obligado a ejercer una opción de compra antes de tiempo para cumplir con sus obligaciones de entrega, a pesar de que la opción de compra todavía tiene algún valor temporal restante.

Sigma (σ) Notación comúnmente utilizada para la desviación típica. Dado que la volatilidad suele expresarse como desviación típica, la misma notación suele ser

utilizado para denotar la volatilidad.

Especialista Creador de mercado al que una bolsa concede derechos exclusivos para crear mercado en un contrato o grupo de contratos específicos. Un especialista puede comprar o vender por cuenta propia o actuar como intermediario para otros. A cambio, el especialista está obligado a mantener un mercado justo y ordenado.

Operador que espera beneficiarse de un movimiento direccional específico en un contrato subyacente.

Velocidad Sensibilidad de la gamma de una opción a una variación del precio subyacente.

Spread Posición larga en el mercado y posición corta compensatoria en el mercado, normalmente, pero no siempre, en contratos con el mismo mercado subyacente.

Split-Strike Conversion Véase *Inversión del riesgo*.

Liquidación bursátil Procedimiento de liquidación en el que la compra de un contrato exige el pago íntegro e inmediato del comprador al vendedor. Todos los beneficios o pérdidas de la operación no se realizan hasta que liquida la posición.

Orden Stop-Limit Orden de contingencia que se convierte en orden limitada si el contrato cotiza a un precio determinado.

Orden Stop (Loss) Orden de contingencia que se convierte en orden de mercado si el contrato cotiza a un precio determinado.

Straddle Una opción de compra larga (corta) y una opción de venta larga (corta) en la que ambas opciones tienen el mismo contrato subyacente, la misma fecha de vencimiento y el mismo precio de ejercicio.

Strangle Una opción de compra larga (corta) y una opción de venta larga (corta) en la que ambas opciones tienen el mismo contrato subyacente, la misma fecha de vencimiento, pero diferentes precios de ejercicio.

Correa Término arcaico para designar una posición formada por dos opciones de compra largas (cortas) y una opción de venta larga (corta) en la que todas las opciones tienen el mismo contrato subyacente, la misma fecha de vencimiento y el mismo precio de ejercicio.

Precio de ejercicio (Strike) Véase *Precio de ejercicio*.

Strip Término arcaico para designar una posición consistente en una opción de compra larga (corta) y dos opciones de venta largas (cortas) en la que todas las opciones tienen el mismo contrato subyacente, la misma fecha de vencimiento y el mismo precio de ejercicio. Alternativamente, en los mercados de eurodivisas, una serie de futuros u opciones de futuros diseñados para replicar las características de una posición de tipos de interés a largo plazo.

Swap Acuerdo de intercambio de flujos de tesorería. Por lo general, un consiste en intercambiar pagos a tipo de interés variable por pagos a tipo de interés fijo.

Swaption Opción de suscribir un acuerdo de permuta financiera.

Sintético Combinación de contratos que juntos tienen aproximadamente las mismas características que algún otro contrato.

Compra sintética Una posición subyacente larga (corta) junto con una venta larga (corta).

Put sintético Posición subyacente corta (larga) junto con una call larga (corta).

Subyacente sintético Una opción de compra larga (corta) y de venta corta (larga) en la que ambas opciones tienen el mismo contrato subyacente, la misma fecha de vencimiento y el mismo precio de ejercicio.

Tau (τ) Notación comúnmente utilizada para el tiempo restante hasta el vencimiento. Algunos operadores también utilizan el término para referirse a la sensibilidad del valor teórico de una opción a un cambio en la volatilidad (equivalente a la vega)

Estructura temporal Distribución de las volatilidades implícitas a lo largo de diferentes meses de vencimiento en el mismo mercado subyacente.

Valor teórico Valor de la opción generado por un modelo matemático a partir de determinadas hipótesis previas sobre las condiciones de la opción, las características del contrato subyacente y los tipos de interés vigentes. También denominado *valor razonable*.

Theta (Θ) La sensibilidad del valor teórico de una opción a un cambio en la

tiempo restante hasta la expiración.

Posición similar a una conversión o una inversión, pero en la que la posición larga o corta en el instrumento subyacente se ha sustituido por una opción de compra o de venta muy in-the-money.

Time Box Una call larga y una put corta con el mismo precio de ejercicio y fecha de vencimiento junto con una call corta y una put larga con un precio de ejercicio y de vencimiento diferentes. Se trata simplemente de un rollo utilizando diferentes precios de ejercicio. También se conoce como *rollo diagonal*.

Prima Temporal Véase *Valor Temporal*.

Valor temporal El precio de una opción menos su valor intrínseco. El precio de una opción out- of-the-money consiste únicamente en el valor temporal. También se conoce como *valor extrínseco* o *prima de tiempo*.

Diferencia horaria Véase *Diferencia horaria*.

Tipo Designación de una opción como opción de compra o de venta.

Subyacente Instrumento que debe entregarse en caso de que se ejerza una opción.

Opción Vanilla Opción, normalmente negociada en bolsa, con especificaciones contractuales estandarizadas y tradicionales, en contraposición a una opción exótica.

Vanna Sensibilidad del delta de una opción a una variación de la volatilidad.

Variación Flujo de caja diario resultante de las variaciones del precio de liquidación de un contrato de futuros.

Vega. Sensibilidad del valor teórico de una opción a una variación de la volatilidad. También conocido como *Kappa*.

Vega Decay Sensibilidad de la vega de una opción al paso del tiempo.

Diferencial vertical La compra de una opción a un precio de ejercicio y la venta de una opción a un precio de ejercicio diferente cuando ambas opciones son del mismo tipo, tienen el mismo contrato subyacente y vencen al mismo tiempo.

Volatilidad Grado en que el precio de un contrato tiende a fluctuar a lo largo del tiempo.

Volatility Skew Tendencia de las opciones a diferentes precios de ejercicio a negociarse con diferentes volatilidades implícitas. También se conoce como *sonrisa de volatilidad*.

Volatility Smile Véase *Volatility Skew*.

Volga Sensibilidad de la vega de una opción a un cambio en la volatilidad. También se conoce como *Vomma*.

Vomma Véase *Volga*.

Warrant Opción de compra a largo plazo. La fecha de vencimiento de un warrant puede, en determinadas circunstancias, ser prorrogada por el emisor.

Escribir Para vender una opción.

Collar de coste cero Collar en el que los precios de las opciones compradas y vendidas son iguales.

Zomma Sensibilidad de la gamma de una opción a una variación de la volatilidad.

Matemáticas útiles

Las funciones y cálculos matemáticos a los que se hace referencia en este texto están incluidos en casi todas las hojas de cálculo de uso común y, para la mayoría de los operadores, no es necesario saber exactamente cómo se realizan los cálculos. Mucho más importante es la capacidad de interpretar las cifras resultantes de los cálculos.

El lector interesado puede encontrar un análisis detallado de estos conceptos matemáticos en cualquier buen libro de texto de estadística o finanzas. Por comodidad incluimos un resumen de estos conceptos y aplicaciones.

Cálculos del índice de rendimiento

El tipo de interés es la tasa de rendimiento más común. El interés total puede calcularse de tres formas: simple, compuesto y continuo. Si

r = annual interest rate

t = time to maturity, in years

n = number of compounding periods per year

PV = present value of an investment

FV = future value of an investment

$\ln(x)$ = natural logarithm

$e^x = \exp(x)$ = exponential function [(note that the natural exponential function and natural logarithm are inverses, that is, $\ln(e^x) = e^{\ln(x)} = x$)]

entonces, por interés simple,

$$FV = PV \times (1 + r \times t)$$

$$PV = FV / (1 + r \times t)$$

$$r = (FV/PV - 1) / t$$

$$t = (FV/PV - 1) / r$$

para el interés compuesto,

$$\begin{aligned}
 FV &= PV \times (1 + r/n)^{nt} \\
 PV &= FV / (1 + r/n)^{nt} = FV \times (1 + r/n)^{-nt} \\
 r &= [(FV/PV)^{1/nt} - 1] \times n \\
 t &= [\ln(FV/PV) / \ln(1 + r/n)] / n
 \end{aligned}$$

y por interés continuo,

$$\begin{aligned}
 FV &= PV \times e^{rt} \\
 PV &= FV / e^{rt} = FV \times e^{-rt} \\
 r &= \ln(FV/PV) / t \\
 t &= \ln(FV/PV) / r
 \end{aligned}$$

Dado que la volatilidad es una tasa de rendimiento compuesto continuo, podemos utilizar las funciones exponencial y logarítmica para realizar cálculos similares para la volatilidad. Si

t = tiempo hasta la expiración, en años
 F = un precio a plazo después del período de tiempo t
 σ = volatilidad anual o desviación típica
 X = precio de ejercicio de una

opción, entonces un rango de precios de n

desviaciones típicas es

$$\begin{aligned}
 &F \times e^{-n\sigma\sqrt{t}} \text{ (down } n \text{ standard deviations)} \\
 &F \times e^{n\sigma\sqrt{t}} \text{ (up } n \text{ standard deviations)}
 \end{aligned}$$

El número de desviaciones típicas necesarias para alcanzar un precio de ejercicio es

$$\ln(X/F) / \sigma\sqrt{t}$$

Distribuciones normales y desviación típica

Si

x_i = cada punto de datos

n = número de puntos de datos

σ = desviación típica o volatilidad μ =
media o promedio

entonces la media o promedio μ es

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Al calcular la desviación típica de toda la población, σ viene dada por

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}$$

Al estimar la desviación típica de una muestra de toda la población, σ viene dada b [y\(1\)](#)

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}$$

La curva de distribución normal $n(x)$ viene dada por

$$n(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2 / 2\sigma^2}$$

En una distribución normal estándar, $\mu = 0$ y $\sigma = 1$.

Muchas de las medidas asociadas a una distribución se derivan de un grupo de números denominados *momentos*. En general, el j -ésimo momento m_j sobre la media μ de una distribución viene dado b [y\(2\)](#)

$$m_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^j$$

A partir del segundo, tercer y cuarto momento, podemos calcular la asimetría y la curtosis de una distribución

$$\text{Skewness} = \frac{m_3}{m_2 \sqrt{m_2}}$$

$$\text{Kurtosis} = \frac{m_4}{m_2^2}$$

Una distribución perfectamente normal tiene una asimetría de 0 y una curtosis de 3. Para normalizar la curtosis de forma que una distribución normal tenga una curtosis de 0, es habitual restar 3

$$\text{Kurtosis} = \frac{m_4}{m_2^2} - 3$$

La Figura B-1 muestra el cálculo de la media y la desviación estándar para la distribución del pinball de la [Figura 6-2](#). Los pasos necesarios para calcular la asimetría y la curtosis requerirían un espacio excesivo. Los pasos necesarios para calcular la asimetría y la curtosis requerirían un espacio excesivo. Sin embargo, los valores relevantes, incluyendo los tres primeros momentos, son

$$m_2 = 9.0291 \quad m_3 = 1.1095 \quad m_4 = 222.7640$$

$$\text{Skewness} = 1.1095 / (9.0291 \times \sqrt{9.0291}) = +0.0409$$

(La cola derecha de la distribución es muy ligeramente más larga que la cola izquierda).

$$\text{Kurtosis} = (222.7640 / 9.0291^2) - 3 = -0.2675$$

(El pico de la distribución es ligeramente más bajo y las colas ligeramente más cortas que en una distribución normal verdadera).

Figura B-1 Cálculo de la media y la desviación típica de la distribución de la [Figura 6-2](#).

Trough number	Number of occurrences	Total value		Deviation from the mean	Deviation squared	Deviation squared times occurrences
0	0	0		-7.4935	56.1525	0
1	2	2	●●	-6.4935	42.1655	84.3310
2	2	4	●●	-5.4935	30.1785	60.3570
3	4	12	●●●●	-4.4935	20.1915	80.7660
4	5	20	●●●●●	-3.4935	12.2045	61.0225
5	6	30	●●●●●●	-2.4935	6.2175	37.3050
6	9	54	●●●●●●●●	-1.4935	2.2305	20.0745
7	10	70	●●●●●●●●●●	-0.4935	0.2435	2.4350
8	11	88	●●●●●●●●●●●	+0.5065	0.2565	2.8215
9	9	81	●●●●●●●●●	+1.5065	2.2695	20.4255
10	7	70	●●●●●●●	+2.5065	6.2825	43.9775
11	5	55	●●●●●	+3.5065	12.2955	61.4775
12	3	36	●●●	+4.5065	20.3085	60.9255
13	2	26	●●	+5.5065	30.3215	60.8430
14	1	14	●	+6.5065	42.3345	42.3345
15	1	15	●	+7.5065	56.3475	56.3475
	<u>77</u>	<u>577</u>				<u>695.2440</u>

Mean = $577/77 = 7.4935$

Population standard deviation = $\sqrt{695.2440/77} = 3.0049$

Sample standard deviation = $\sqrt{695.2440/76} = 3.0246$

Volatilidad

La volatilidad suele calcularse como desviación típica muestral. También es habitual suponer una media de 0. La volatilidad anualizada estimada viene dada entonces por

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i)^2} \cdot \sqrt{t}$$

donde $x_i = \ln(p_i/p_{i-1})$ = logaritmo natural del precio actual p_i dividido por el precio anterior p_{i-1} y t = el intervalo de tiempo, en años, entre cambios de precio.

Si el contrato subyacente es una acción, en teoría, la rentabilidad del precio x_i debería ajustarse para reflejar el precio a plazo de p_{n-1} en cada período de tiempo. Sin embargo, a menos que los tipos de interés sean muy elevados o que la acción vaya a pagar dividendos, es poco probable que la utilización del precio real en lugar del precio a plazo altere significativamente los resultados.

El cálculo de la volatilidad para el ejemplo de opción sobre acciones de [la Figura 8-1](#) se muestra en la Figura B-2. Dado que los cambios de precio se observaron a intervalos de siete días ($t = 7/365$), para anualizar la volatilidad fue necesario dividir por $\sqrt{7/365}$. El cálculo representa la desviación típica de la población (dividiendo por n en lugar de por $n - 1$) y se basa en la media real de las variaciones de precios. También podríamos calcular la volatilidad suponiendo una media 0 o utilizar una desviación típica estimada. Los distintos resultados son los siguientes:

Population standard deviation, actual mean:	37.62%
Population standard deviation, 0 mean:	37.88%
Estimated standard deviation, actual mean	39.65%
Estimated standard deviation, 0 mean:	39.93%

Hay muy poca diferencia entre los cálculos realizados a partir de la media real y una media 0. La desviación típica estimada siempre es mayor que la desviación típica poblacional.

Figura B-2 Cálculo de la volatilidad para el ejemplo de la opción sobre acciones de la [Figura 8-1](#).

Precio por pila	Logaritmo retorno	Desviación de la media	Desviación al cuadrado
97.70			
99.50	+0.018255	+0.012152	.000148
92.75	-0.070000	-0.070355	.005850
98.85	+0.031877	+0.026773	.000717
95.10	+0.0303645	-0.001460	.000006
102.45	+0.062946	+0.056842	.003231
91.30	-0.093555	-0.096600	.009932
91.15	-0.01314	-0.029419	.000868
95.20	+0.04473	+0.03709	.001396
102.80	.007605	.017171	.004999
103.05	+0.01062	+0.00808	.000066
	Suma de las devoluciones		Suma de las desviaciones al cuadrado
	+0.061045		.027140
media retornos = .0000*			

Volatilidad
anualizada

$$= \sqrt{0.0007 / 10} = \sqrt{7/365}$$

$$= \sqrt{0.0000019178} = 0.00138485$$

$$= 0.3762(37.6296\%)$$

¹ La desviación típica de la muestra se indica a veces con s (en lugar de).

² Del mismo modo que calculamos una desviación típica muestral dividiendo por $n - 1$, también podemos calcular momentos muestrales dividiendo por $n - 1$ en lugar de dividir por n .

Índice

Tenga en cuenta que los enlaces del índice remiten a los comienzos de página de la edición impresa. Las ubicaciones son aproximadas en los lectores electrónicos, y es posible que tenga que pasar página una o más veces después de hacer clic en un enlace para llegar al material indexado.

Delta ajustado, [499](#) Ajustes

en el modelo Black-Scholes, [348](#)

cobertura dinámica con, [121-122](#) a

la cobertura original, [123](#)

riesgos y neutral, [246](#)

difusión, 246-248

opciones de los operadores, 247-

248 en los diferenciales de

volatilidad, 206-208

Todo o nada (AON), [539](#) Opción

americana, [32](#), [292](#), [539](#)

límites de arbitraje para, [293-295](#), [300](#)

árbol binomial y, 370-371

modelo Black-Scholes no para, [309](#), [377](#)

valores delta en, [313](#)

acciones que pagan dividendos y, [373-376](#)

opción europea comparada con, [315-317](#)

evaluación, [314](#)

fijación de precios de,

[309-317](#) AON. Véase Todas

o ninguna Aproximaciones,

,

para la paridad put-call, 271-273

para el valor Black-Scholes, 350-352

Arbitraje, [19-21](#), [265-266](#), [539](#)

límites, [293-299](#), [300](#)

libre, [59](#), [60](#)

índice, [452-454](#), [545](#)

relaciones, [291](#)

riesgo, 273-290

ARCH. *Véase* Heterocedasticidad condicional autorregresiva Opción asiática. *Véase* Opción de precio medio.

Precio de venta, [66](#)

Asignación, [29-30](#), [539](#)

En la , [60](#), [539](#)

En el , [33-35](#), [93](#)

estrategias alcistas y bajistas y, [222-226](#) delta, [136](#)

gamma, 149-150

a horcadas, [477](#)

theta, [141](#)

vega, 145-146

Ejercicio automático, [35-36](#), [539](#)

Heteroscedasticidad condicional autorregresiva (ARCH), [394](#) Opción de precio medio, [540](#)

Bachelier, Louis, [61-62](#), [76](#)

Retroceso, [179](#), [540](#)

Retroceso, [14](#), [524-526](#), [530](#), [540](#)

Inclinación equilibrada, [487](#)

Barone-Adesi, Giovanni, [309](#)

Modelo Barone-Adesi-Whaley, 309-310

Opción de barrera, [540](#)

Dispersión del oso, [222-226](#), [540](#)

Opción Bermudas, [540](#)

Sesgo, en el mercado de futuros, [457-](#)

[458](#) Precio de oferta, [66](#)

Diferencial oferta/venta, [251-252](#), [427-428](#), [485](#)

Opción binaria, [540](#)

Expansión binomial, [361](#)

Modelo binomial. *Véase* modelo de Cox-Ross-

Rubinstein Notación binomial, 363-365

Valoración binomial de opciones, [358](#)

Árbol binomial, 359-360

Opciones americanas y, [370-371](#) valores
del modelo Black-Scholes en, [379](#) valor
de compra, [364](#)

acciones que pagan dividendos y, [374-](#)
[375](#) con dividendos, [372](#)

notación para, 363-365

un período, [360-361](#)

períodos utilizados en,
[378](#) recombinación,
[368](#)

Black, Fischer, [57](#), [61](#), [62](#)

Periodo de restricción, [304](#)

Modelo Black-Scholes, [61-68](#), [120](#)

aproximaciones de, [350-352](#) valores
binomiales en, [379](#)

proceso de difusión continua supuesto en, [472](#)

como modelo de tiempo continuo, [84](#)

delta en, 352-354

dividendos, 67-68

ecuación, 339-340

como modelo europeo de fijación de precios, [309](#), [377](#)

fórmulas, 349-350

gamma y vega en, [354-357](#) volatilidad

implícita en, [130-131](#), [307](#) tipos de

interés en, 66-67

variación del modelo salto-difusión de, [475](#)

hipótesis de distribución lognormal en, [85](#), [341-344](#), [506](#)

no para las opciones americanas, [309](#), [377](#)

opciones fuera de dinero y, [470-471](#) como
modelo probabilístico, [471](#)
paridad put-call en, [340-341](#)
valores teóricos calculados con, [63](#) theta de,
[354](#)
tiempo de caducidad en, [65-66](#)
precio subyacente en, [66](#), [345-346](#)
variaciones, [62](#)
volatilidad en, [68](#), [339](#)
Modelo Black-Scholes-Merton, [338](#)
BMX. *Véase* Chicago Board Options Exchange BuyWrite Index
Cuerpo de mariposa, [192](#)
Bonos y obligaciones, [17](#)
Costes de financiación r_{bc} ,
[24](#) Caja, [280-282](#), [540](#)
Precios de equilibrio, [51](#)
Volatilidad de equilibrio, [116-117](#), [130](#)
Índices bursátiles amplios, [441-442](#)
Mariposa alcista y bajista, [211-212](#)
Diferencial calendario alcista y bajista, [212-214](#)
Diferencial ratio alcista y bajista, [210-211](#),
[213](#) Diferencial vertical alcista y bajista, [215-217](#)
Diferencial alcista, [222-226](#), [540](#)
Bull straddle, [171](#)
Futuros del bund, [388](#), [390](#)
mariposa, [289](#), [506-507](#), [540](#) toro y
oso, [211-212](#) compra o
venta, [290](#)
hierro, [260-262](#), [290](#), [545](#)
y distribuciones implícitas, [508](#)
largo, [174-175](#), [201](#)
corto, [174-175](#), [201](#)
tiempo, [191-192](#)

Compra, [284](#), [287](#)

Compra/escritura, [326-327](#), [540](#)

Oferta de gabinete, [420](#), [540](#)

Diferencial del calendario, [195](#), [237](#), [239-240](#),

540 toro y oso, 212-214

volatilidad implícita y, [405-408](#) largos

y cortos, [189-190](#), [204](#), [214](#)

rollos y, 284-286

Lla

me a mariposa, [290](#)

Árbol de Navidad, [183](#), [203](#)

cubierto, [486](#)

delta, [137](#), [139](#)

lambda y, 154-156

opción, [3](#), [26](#), [299-302](#), 540-541

protector, 322-324

diferencia de proporciones, [179-181](#), [203](#)

sintéticos, [288](#), [551](#)

valor teórico de, [101](#), [108-109](#), [111](#), 310-311

Cap, [322](#), [514](#), [540](#), [541](#)

Capitalización, [443](#)

Índice ponderado de capitalización, [443](#), 454-456

Carry trade, [20](#)

Efectivo, [1](#), [8](#), [31-32](#), [459-461](#), 461-462

Arbitraje cash-and-carry, [20](#)

Estrategia de caja, [159](#), [161](#)

Puesta en garantía en efectivo, [327](#)

Castelli, Charles, [61](#)

CBOE. *Véase* Chicago Board Options Exchange CEV.

Véase Modelo de elasticidad constante de la varianza

Charm, [139-141](#), [541](#)

Chicago Board Options Exchange (CBOE), [62](#), [250](#), [309](#), [459](#), [515](#), [530](#) Chicago Board Options Exchange BuyWrite Index (BXM), [327](#)

Bolsa Mercantil de Chicago, [36](#), [67](#), [81](#), [452](#)
Opción Selector, [541](#)
Árbol de Navidad, [182-184](#), [203](#), [541](#)
Interruptores automáticos, [464](#)
Empresa de compensación, [11](#)
Miembro compensador, [541](#)
Centro de Intercambio de Información, [10](#), [11](#), [541](#)
Cierre de la operación, [5](#)
CME Clearing House, [10](#) Collar,
[328-330](#), [541](#)
Color, de opción, [152-153](#), [541](#)
Combinación (Combo), [266](#), [541](#)
Valor combinado, [266](#), [267](#)
Mercados de materias primas, [486](#)
Opción acompañante, [256](#), [259](#)
Posiciones complejas, [45-46](#), [410-411](#), 420-423
Opción compuesta, [541](#)
Córdor, [176-178](#), [541](#)
Modelo de elasticidad constante de la varianza (CEV),
[478](#) Contango, [14](#), [524-526](#), [530](#), [541](#)
Orden de contingencia, [208](#), [542](#) Proceso
continuo de difusión, [471-472](#) Modelo de
tiempo continuo, [84](#)
Pliego de condiciones, 26-30
Rendimiento de conveniencia, [15](#)
Mercado de la reconversión, [267](#)
Conversión, [265-266](#), [273](#), [275](#), [277-282](#), [289](#), [542](#)
Contrapartida, [10](#)
Compra cubierta, [486](#)
Opción cubierta, [329](#)
Escritura cubierta, [61](#), [324-328](#), [542](#)
Cox, John, [309](#), [358](#)
Modelo Cox-Ross-Rubinstein, 309-310

Propagación de grietas, 163-164

Diferencial de crédito, [214](#)

Curvatura, [105-108](#)

Cilindro. *Véase* Collares

Índice DAX, [448](#)

Diferencial de débito, [214](#)

Fecha declarada, 22-23

Delta (Δ), [64](#), [110](#), [492](#), [542](#)

ajustado, [499](#)

de las opciones americanas, [313](#)

en el modelo Black-Scholes, [352-354](#)

del bull spread, [218-219](#), [223](#)

llamada, [137](#), [139](#)

deterioro, [139](#)

ratio de cobertura y, [102-103](#)

implícito, [136](#)

en el dinero, [136](#) negativo y

positivo, [416](#) posición, [169](#)

probabilidad y, 104-106

poner, [138](#)

tasa de cambio y, 100-102

posición teórica subyacente y, [103-104](#) al cambiar

la volatilidad, 135-136

Riesgo delta (direccional), [227](#)

Delta-neutral, [103](#), [121](#), [129-130](#), [133](#), [353-354](#), [421](#), [542](#)

Contratos de derivados, [4](#)

Dermna, Emanuel, [57](#) Diagonal

ratio spread, [236-237](#) Diagonal

roll. *Véase* Caja horaria Dispersión

diagonal, [196-200](#), [542](#)

Proceso de difusión, [472-473](#) Opción

digital. *Véase* Opción binaria

Juego de dividendos, [318](#)
Valor de los dividendos, [300](#), [302](#)
Acciones que pagan dividendos, 373-376
Dividendos, [279](#), [373-379](#) árbol
 binomial con, [372](#)
 en el modelo Black-Scholes, 67-68
 fecha declarada de, 22-23
 Dow Jones Industrial Average de pago, [452](#) ex-
 fecha de, [22-23](#), [68](#), [543](#)
 implícita, [21](#), [273](#)
 fecha de pago de, [23](#)
 fecha de registro de,
 [22](#)
 riesgo y, [239-240](#), [278-280](#) opciones
 sobre acciones influidas por, [100](#)
 diferenciales de calendario y, 192-
 195
Divisor, 446-447
Dow Jones Industrial Average, [445](#), [452](#)
Posición contractual bajista, [418](#) Dragonfly,
[504](#), [542](#)
Driftless theta, [354](#)
 Cobertura dinámica, [336](#), [474](#), [512](#), [542](#)
 con ajustes, 121-122
 delta-neutral, [133](#)
 proceso de, 127-129
Ejercicio precoz, [292](#)
 de la opción de compra, 299-
 302 de la opción futura, [305](#)-
 [307](#) valor de protección y,
 [308](#) de la opción de venta,
 [302-305](#) riesgo, 319-320
 impacto de las acciones cortas en,
 [305](#) estrategias, 317-319
Eficacia, [244-246](#), [542](#)

Hipótesis del mercado eficiente, [394](#)
Elasticidad, [154](#), [542](#). *Véase también* Lambda
Índice de igual ponderación, [444](#)
Precio de equilibrio, [429](#)
Cartera de acciones, [457](#)
Opciones eurobono, [269](#)
Eurodivisa, [81-82](#), [542](#)
Tipo eurodivisa, [543](#)
Caja europea, [314](#)
opción europea, [32](#), [60](#), [62](#), [253](#), [292](#), [543](#) opción
americana comparada con, [315-317](#) límites de
arbitraje para, [293-299](#) relaciones de arbitraje
para, [291](#)
modelo Black-Scholes de fijación de precios
de, [309](#), [377](#) acciones que pagan dividendos y,
[373](#)
Modelo europeo de fijación de precios, [309](#), [377](#)
Índice EuroStoxx 50, [385-386](#), [402](#), [405](#), [407](#) EWMA. *Véase*
Media móvil ponderada exponencialmente Opción de
cambio, [543](#)
Intercambios, [6-9](#), [449](#), [464](#)
Contratos bursátiles, [10](#), [160](#)
Fondos cotizados, [454](#)
Opciones negociadas en bolsa, [29](#)
Fecha ex-dividendo (Ex-fecha), [22-23](#), [68](#), [543](#)
Riesgo de ejecución, 273-274
Ejercicio, [29-30](#), [543](#)
Anuncio de ejercicio, [35](#)
Precio de ejercicio, [4](#), [29](#), [65](#), [215](#), [543](#)
Opción exótica, [182](#), [543](#)
Valor esperado, [53-54](#), 59-60
Fecha de expiración, [2](#), [4](#), [28-29](#), [65-66](#), [73](#), [543](#)
Expiración straddle, [476-477](#)
Expiración. *Véase* Fecha de
vencimiento

Media móvil ponderada exponencialmente (EWMA), [393-394](#)

Método del valor extremo, [384](#)

Valor extrínseco. *Véase* Valor temporal

Valor teórico. *Véase* Valor teórico

Índice de miedo, [523](#)

Valla. *Véase* Collares

Figlewski, Stephen, [57](#)

Llenar o matar (FOK), [208](#), [543](#)

Mercados de renta fija, [161-162](#) Pico
plano (platykurtic), [481](#)

Inclinación plana, [487](#)

Opción Flex, [27](#), [543](#)

Desviación flotante, [489](#), [490](#)

Suelo, [322-323](#), [543](#)

FOK. *Véase* Fill or kill Previsión,
volatilidad, 391-394

Divisas, [17-18](#) Opciones sobre
divisas, [99](#) Contrato a plazo, [2](#), [543](#)

base, [13](#)

precio justo para, 12-14

para divisas, [17-18](#) riesgo de tipo de
interés, [21](#)

a largo plazo, [452](#)

valor teórico, [6](#)

índice bursátil, [455](#)

sintéticos, [254](#)

Conversión hacia delante. *Véase* Conversión

Precio a plazo, 2-3, [12-17](#), [76-77](#), [270-271](#), [543](#)

Tipo a plazo, [16](#), [408](#) Opción de

inicio a plazo, [544](#) Volatilidad a
plazo, 404-409

Acuerdo de tipos de interés futuros (FRA), [16](#)

Flotación libre, [445](#)

Distribución de frecuencias, 480-481

Mercados sin fricciones, [125-126](#), 463-466

Separación frontal, [182](#), [544](#)

Índice FTSE 100, [485](#)

Fugit, [307](#), [544](#)

Volatilidad futura, 394-397

Contrato de futuros, [2](#), [544](#)

ejercicio temprano de, [305-307](#)

mercados cerrados, 269-270

valor teórico, [455](#)

diferencia de opciones con, [26-27](#)

opciones sobre, 267-269

en el índice bursátil, [450-451](#)

sintéticos, [270](#), [277](#)

Bolsa de futuros, [2](#)

Mercado de futuros, [457-458](#), [464](#)

Opción de futuros, [19](#), 30-31

Liquidación de futuros, [7-9](#), [36](#), [112](#), [544](#)

Gamma (Γ), [110](#), [113](#), [152](#), [544](#)

en el modelo Black-Scholes, [354-357](#)

de los bull spreads, [223](#)

influencia del vencimiento y la volatilidad, [150-151](#)

magnitud riesgo medida por, 115-116

en el dinero, 149-150

negativo y positivo, [106-107](#), [230](#), [414-418](#), [421](#)

opciones, [154](#), [367](#)

como curvatura de la opción, [105-](#)

[108](#) alquiler, 369-370

difusión, [165](#)

compensación theta con, [237](#)

variaciones de los precios subyacentes y, [149-](#)

[150](#) Riesgo gamma (curvatura), 227-228

Dispersión gamma, [165](#)

Brechas, mundo real, [476](#)

GARCH. *Véase* Heteroscedasticidad condicional autorregresiva generalizada.

Garman, Mark, [62](#), [385](#)

estimadores Garman-Klass, [385](#)

Modelo Garman-Kohlhagen, [62](#), [67](#)

Heteroscedasticidad condicional autorregresiva generalizada (GARCH), [394](#) Índice ponderado geométrico, [445](#)

Largo o corto, [5](#)

Oro, [93-96](#), [384](#), [387](#), [389](#)

Bueno hasta que se cancele (GTC), [544](#)

Griegos, [99](#)

GTC. *Véase* Good 'til canceled

Guts, [172](#), [544](#)

Corte de pelo, [8](#), [544](#)

Medios pasos, [378](#)

Ratio de cobertura. *Véase*

Delta (Δ) Coberturistas, [321](#),

[544](#) Cobertura.

- collares utilizados en, [328-330](#)

- estrategias complejas en, [331-333](#)

- escrituras cubiertas utilizadas en, [324-328](#)

- volatilidad implícita alta y baja en, [331](#) largos o cortos naturales en, [321](#)

- opciones de compra y venta protectoras en, [322-324](#) futuros sobre índices bursátiles y, [457](#)

- resumen de la estrategia de, [330](#)

- uso de diferenciales verticales, [332-333](#) uso de diferenciales de

- volatilidad, [332](#) contratos de

- volatilidad utilizados para, [536](#)

- volatilidad reducida por, [333-334](#)

Medidas de riesgo de orden superior, [355](#)

Volatilidad histórica, [381-386](#), [392](#)

de los futuros del Bund, [388](#), [390](#)
de EuroStoxx 50, [386](#), [402](#)
del oro, [93-96](#), [384](#), [389](#)
del índice S&P 500, [87](#), [383](#), [389](#)
Diagramas de palos de hockey, [40](#)
Dispersión horizontal. *Ver* Calendario

Mercado ilíquido, [66](#)
Inmediato o cancelar (IOC), [544](#) Implied
delta, [136](#)
Distribución implícita, 506-510
Dividendo implícito, [21](#), [273](#)
Tipos de interés implícitos, [21](#), [273](#)
Precio al contado implícito, [21](#)
Volatilidad implícita, [88-89](#), [92-95](#), [116](#), [199](#), [544](#)
 evaluación del riesgo de, [401](#)
 en el modelo Black-Scholes, [130-131](#), [307](#)
 diferencial de calendario y, [405-408](#)
 contratos, [512](#), 514-523
 definición, [514](#)
 EuroStoxx 50 y, [407](#)
 desviaciones flotantes como, [490](#)
 volatilidad futura prevista por, [394-397](#)
 cobertura con alta y baja, [331](#) influencia de, 188-189
 valoración de opciones comparada con, [90-91](#)
 reevaluación de, [131](#)
 cambios relativos en, [400](#)
 sensibilidad a los cambios en, [425-426](#)
 estructura temporal de, [397-404](#), [430-432](#)
 decaimiento temporal y, 380-381

En precio, [544](#)
En el dinero, [33-35](#), [92](#), [545](#) Índice

arbitraje, [452-454](#), [545](#) acciones
de base amplia, [441-442](#)
cálculo, 443-445
capitalización ponderada, [443](#), 454-456
divisor, 446-447
igual ponderado, [444](#)
miedo, [523](#)
ponderada geométricamente, [445](#)
impacto de las variaciones de precios de las acciones
individuales, [448-450](#) acciones de base estrecha, 441-442
precio ponderado, [443-445](#), [449](#), 454-455
reequilibrio, [445](#)
replicación, 454-456
retorno total, 447-448
precio medio ponderado por volumen,
[450](#) In-option, [544](#)
En precio, [544](#)
Pólizas de seguros, [4](#), [321](#)
Interés, [5](#), [123-124](#), [239-240](#), [278-280](#), [303](#), 318-319
Tipos de interés, [228](#)
 en el modelo Black-Scholes, [66-67](#)
 opciones sobre divisas y, [99](#) contrato
 a plazo y riesgos de, [21](#) implícitos,
 [21](#), [273](#)
 negativo, [83](#)
 valores de las opciones influidos por, [97-100](#), [466-467](#)
 productos volatilidad de, 81-82
 opciones sobre acciones importancia de, [305-306](#), [466-467](#) en los modelos teóricos de fijación de precios, [126](#)
 valor teórico y, [467](#)
 diferenciales de volatilidad con dividendos y, [192-](#)
[195](#) Valor del tipo de interés, [300](#)
Diferenciales entre mercados, [161-162](#), [545](#)

Valor intrínseco, [32-34](#), [38-40](#), [299-300](#), [545](#)

Inversión sesgada, [486-487](#) COI.

Véase Inmediato o cancelar

Mariposa de hierro, [260-262](#), [290](#), [545](#)

Cóndor de hierro, [262-263](#), [545](#)

Jelly roll. *Véase* proceso

Roll Jump, [472](#), [473](#)

Modelo de salto-difusión, [475](#), [478](#)

Proceso de salto-difusión, [472](#), [473](#)

Junta de Comercio de Kansas City, [452](#)

Kappa (K), [110](#), [545](#)

Klass, Michael, [385](#)

Opción Knock-in. *Véase* Opción In

Opción Knock-out. *Véase* Opción de salida Kohlhausen, Steven, [62](#)

Kurtosis, [481-483](#), [495-498](#), [501-506](#), [555](#)

Escalera, [545](#). *Véase también* Árbol de Navidad

Lambda (Λ), [154-156](#). *Véase también* Elasticidad

Último día de negociación, [28](#)

LEAP. *Véase* Anticipo de acciones a largo plazo Leg, [163-164](#), [545](#)

Valor de apalancamiento. *Véase*

Elasticidad LIBOR. *Véase*

Límite del tipo de oferta interbancario de Londres, [546](#)

Orden limitada, [208](#), [546](#)

Mercado líquido, [66](#)

Liquidez, [249-250](#), [427](#)

Local, [546](#)

Límite de bloqueo, [23](#)

Mercados cerrados, [23](#), [546](#)

Distribuciones logarítmicas normales, 82-83

Modelo Black-Scholes e hipótesis de, [85](#), [341-344](#), [506](#)

mariposas con, [508](#)

cambios de precios en, [84](#)

desviaciones típicas y, [346-348](#) del

precio subyacente, 478-481

Tipo de oferta interbancaria de Londres (LIBOR), [67](#), [81](#)

Largo, [54](#), [321](#), [477](#)

mariposa, [174-175](#), [201](#)

difusión del calendario, [189-190](#), [204](#), [214](#)

llamada, [38](#), 42-43

llamada árbol de Navidad, [183](#), [204](#)

cóndor, [177-178](#), [202](#)

natural, [321](#)

posición, [5](#), [98](#), [328](#), [546](#)

prima, [197](#), [546](#)

poner, [39](#), 42-43

poner el árbol de Navidad, [184](#), [203](#)

tasa r_f , [24](#)

ratio spread, [546](#)

straddle, [170-171](#), [205](#)

estrangular, [172-173](#), [201](#), [262](#)

sintético, [253](#), 260-261

mariposa del tiempo, [193](#)

Valores de Anticipación de Acciones a Largo Plazo (LEAP),

[545](#) Opciones a largo plazo, 27-28

Opción Lookback, [546](#)

Riesgo de magnitud, 115-116

Liquidación de márgenes y variaciones, [7](#)

Depósito de márgenes, [7](#)

Margen de error, [239](#), 240-244

Márgenes, [8](#), [546](#)

Condiciones del mercado

- creación de mercado y, [429-430](#)
- operadores de opciones y cambios en, [139-140](#)
- valores de las opciones influidos por, [97-98](#)
- posiciones influidas por, [435-436](#)
- análisis de riesgos y cambios en, [434-435](#), [437](#)
- riesgo y, [413](#), [415-416](#)
- división de acciones y, [438-440](#)
- ventaja teórica y, [231](#)
- Integridad del mercado, [10-11](#)
- Liquidez del mercado, [235](#)
- Creador de mercado, [427-430](#), [432-433](#), [546](#)
- Orden de mercado, [208](#), [546](#)
- Mercado si se toca (MIT), [546](#)
- Mercado al cierre MOC), [453](#), [546](#)
- Mercados, [126](#), [165-166](#)
 - mercancía, [486](#)
 - en declive, [426-427](#)
 - renta fija, [161-162](#)
 - sin fricción, [463-466](#)
 - contratos de futuros y bloqueados, [23](#), [269-270](#), [546](#)
 - posición de opción en, [64](#)
 - operadores de opciones y velocidad de, [53](#)
 - volatilidad medición de la velocidad de, [69](#)
- Valor de mercado, [546](#)
- Casado puesto, [547](#)
- Fecha de vencimiento. *Véase* fecha de vencimiento Media, [73-77](#), [345](#)
- Inversión de la media, [387-388](#), [398](#)
- Mediana, [345](#)
- Merton, Robert, [62](#), [338](#)
- Opción Mid-Atlantic. *Véase* opción Bermudas
- Opciones de curva media, [28](#), [547](#)
- MIT. *Véase* Mercado

MOC. *Véase* Mercado al cierre

Modelos. *Véase* *modelo específico* Modos, [84](#), [345](#)

Dinero, [491](#) _____

Posición desnuda, [164](#), [209](#), [547](#) Índice

bursátil de base estrecha, [441-442](#)

Futuros de gas natural, 403-404 Largos

y cortos naturales, [321](#) Riesgo de

dividendo negativo, [279](#)

Posición gamma negativa, [106-107](#), [230](#), [414-418](#), [421](#)

Tipos de interés negativos, [83](#)

Ventaja teórica negativa, 118

Valor temporal negativo, [109-110](#)

Vega negativa, [230](#), [236](#)

Volga negativo, [236](#)

Posición contractual neta, [417](#)

Cobertura neutra. *Véase* Cobertura sin

riesgo Diferencial neutro, [210](#), [547](#)

Bolsa Mercantil de Nueva York, [29](#)

Valor nominal. *Véase* valor nocional

Estrategias no simétricas, [185](#)

Distribución normal, [69-73](#), [75-77](#), [480-481](#), 554-556

No celebrada, [209](#), [547](#)

Valor nocional, [6](#), [455](#)

Vega teórica, [513](#)

OBO. *Ver* Order book official OCO.

Véase Uno-cancela-al-otro

OEX. *Véase* Options Exchange Index Omega (?), [154](#), [547](#)

Uno-cancela-al-otro (OCO), [209](#), [547](#)

Interés abierto, [5](#)

Posición abierta, [5](#)

Comercio de apertura, [5](#)

Valoración de opciones, [32-36](#), [62](#), [90-91](#), [338-339](#),
[358](#) Replicación de opciones. *Véase* Seguro de cartera
Análisis del riesgo de opción, [116](#)
Teoría de los precios de las opciones, [119](#)
Options Clearing Corporation, [10](#), [36](#)
Índice de intercambio de opciones (OEX), [459](#), [515](#)
Libro de órdenes oficial (OBO), [547](#)
Órdenes, presentación de spread, [208-209](#)
OTC. *Véase* Mercado extrabursátil
Fuera del , [33-35](#), [93](#), [135-136](#), [419-420](#), [423](#), [470-471](#), [547](#)
Valores atípicos, [481](#)
Opción de salida, [547](#)
Fuera de precio, [547](#)
Comercio exterior, [547](#)
Mercado extrabursátil (OTC), [19](#)
Sobrescribir, [324](#), [547](#)

Parálisis por análisis, [118](#) Paridad.
Véase Valor intrínseco Gráficos de
paridad, 38-51
Parkinson, Michael, [384](#)
Derivadas parciales, [100](#)
Dependiente de la trayectoria, [471](#)
Phi (Φ), [112](#)
Productos físicos, [2](#), 14-15
Asentamiento físico, 7-8
Físico subyacente, 30-31
Riesgo de pin, 274-275
PÉRDIDAS Y GANANCIAS. *Véase* Pérdidas y ganancias
Swap de tipos de interés, [5](#) Desviación
típica de la población, [382](#) Seguro de
cartera, 335-337
Gestor de cartera, [333-334](#), [336](#), [537](#) Riesgo
positivo de dividendos, [279](#)

Posición gamma positiva, [106-107](#), [415](#)
Premium, [4](#)
Cambios de precios, [479](#)
 existencias individuales, 448-450
 en distribuciones lognormales, [84](#)
 subyacentes, [141-142](#), [145-146](#), 149-150
 volatilidad y observada, [80-81](#)
Distribución de precios, [73](#)
Movimiento de los precios, [65](#), 72-75
Volatilidad de los precios, [82](#)
Índice de precios ponderados, [443-445](#), [449](#), [454-455](#)
Fijación de precios, de opciones americanas, 309-317
Modelos de fijación de precios, [62](#), 338-339
 Americano, [309](#)
 introducción del sesgo en, [489-494](#)
 europeo, [309](#), [377](#)
 volatilidad sesgo en, [499](#)
 debilidades, 484-485
Modelo probabilístico, [471](#)
Probabilidades, [4](#), [376](#), [483](#)
 delta y, 104-106
 valor esperado, [53-54](#), 59-60
 modelos y, 56-57
 distribución simétrica de, [60](#)
 valores teóricos en, 54-56
Funciones de probabilidad, [344](#)
Pérdidas y ganancias, [46-51](#), [124](#), [125](#), [133](#)
Comercio de programas, [453](#)
Opciones de protección, [323-324](#), [327](#), [329](#)
Puesta en protección, [486](#)
Valor de protección, [308](#)
Pseudoprobabilidades, [376](#)
Put

mariposa, [290](#)
con garantía en efectivo, [327](#)
Árbol de Navidad, [184](#), [203](#)
delta, [138](#)
lambda y, 154-156
largo, [39](#), 42-43
casado, [547](#)
opción, [4](#), [26](#), 302-305
protector, [322-324](#), [486](#)
diferencia de proporciones, [179-181](#), [204](#)
corto, [40](#)
árbol de Navidad corto, [184](#)
sintéticos, [261-262](#), [551](#)
valor teórico de, [101-102](#), [108-109](#), [111](#), [312](#)
Paridad put-call, [267-268](#), [462](#)
en el modelo Black-Scholes, [340-341](#)
para opciones sobre acciones, [270-273](#),
[288](#) contrato de futuros sintéticos y,
[270](#)

Modelo cuadrático. *Véase* modelo Barone-AdesiWhaley

Paseo aleatorio, [69-73](#), [471](#)
Tasa de , [82](#), 553-554
Diferencia de proporciones, [179-182](#), [202](#), [210-211](#), [213](#), [236-237](#), [546](#), [549](#)
Ratio straddle, [171](#)
Estrategia de ratios, [162](#)
Ratio de escritura, [332](#)
Beneficio realizado, [7](#)
Volatilidad realizada, [86-87](#), [116](#), 512-514
Proceso de reequilibrio, [537](#) Árbol
binomial recombinante, [368](#) Fecha de
registro, [22](#)
Saneamiento, [129](#), [367](#)
Reversión, [273](#), [275](#), [277-282](#), [502](#), [549](#)

Conversión inversa, [265](#), [268](#), [278-279](#), [289](#)

Rho (P), [111-112](#), [113](#), [467](#), [549](#)

Riesgo Rho (tipos de interés), [228](#)

Riesgo, [21](#), 273-274

- análisis, [434-435](#), [437](#)

- arbitraje, 273-290

- cajas, 280-282

- posiciones complejas, 422-423

- delta (direccional), [227](#)

- dividendos e intereses, [239-240](#), 278-280

- ejercicio temprano, 319-320

- gamma (curvatura), [227-228](#)

- diferenciales gamma y, [236-237](#)

- interés y, [239-240](#), 278-280

- magnitud, 115-116

- gestión, [97-100](#), [135](#) margen de

- error en, [239](#)

- dividendo negativo y positivo, [279](#)

- ajustes neutros, [246](#)

- alfiler, 274-275

- rho (tipo de interés), [228](#)

- rollos y, 282-285

- asentamiento, 276-278

- estrategias de difusión y, [161](#), [166-168](#) en

- opciones sobre acciones, [240](#)

- estrategias y consideraciones de, [234](#), [238](#)

- modelos teóricos de fijación de precios y tipos de,

- [463](#) theta (decaimiento temporal), [228](#)

- cajas de tiempo y, 285-287

- vega (volatilidad), [228](#)

- volatilidad, 228-234

Medidas de riesgo, [99](#)

- de orden superior, [355](#)

- interpretación, 112-118
- sesgada, 498-499
- división de acciones y, 439-440
- tradicional y no tradicional, [156-157](#)

Inversión del riesgo, [502](#), [549](#)

Proceso de análisis de riesgos, [432](#)

Tipo sin riesgo, [67](#)

Cobertura sin riesgo, [63-64](#), [102](#)

Mundo neutral al riesgo, 358-360

Compromiso riesgo-recompensa, [40](#), [97](#), [176](#), [244](#)

Rollo, [282-286](#), [549](#)

Ross, Stephen, [358](#)

Rubinstein, Mark, [358](#)

Desviación típica de la muestra, [382](#)

Scalper, [158](#), [549](#)

Scholes, Myron, [61](#), [62](#), [338](#)

Opción de segunda generación. *Véase* Opción exótica

Vender acciones en corto, [23](#)

Serie correlacionada, [386](#)

Opciones seriadas, [27](#), [549](#)

Liquidación en efectivo, 31-32

- fechas, [22](#)
- en una posición de futuros, [30-31](#)
- tipo de futuros, [7-9](#), [36](#), [112](#), [544](#)
- margen y variación, [7](#) opciones y tipos de, [36](#) físicos, 7-8
- en el físico subyacente, [30-31](#) procedimientos, 6-9
- riesgo, 276-278
- tipo stock, [7-9](#), [36](#), [268](#), [316](#), [318-319](#), [550](#)

Sharpe, William, [334](#)

Ratio de Sharpe, [334](#)

Corto, [5](#)

mariposa, [174-175](#), [201](#)

difusión del calendario, [189-190](#), [204](#), [214](#)

llamada, [39](#)

llamada árbol de Navidad, [183](#), [203](#)

collares, [330](#)

cóndor, [177-178](#), 202 largo

natural o, [321](#) posición, [5](#),

[98](#), [328](#), [549](#)

prima, [197](#), [549](#)

poner, [40](#)

poner el árbol de Navidad, [184](#), [203](#)

ventas, 23-25

vender acciones, [23](#)

apretar, [23](#), [195](#), [549](#)

existencias, [98](#), [305](#)

straddle, [170-171](#), [201](#)

estrangular, [172-173](#), [201](#), [262](#) Tasa

corta r_s , [24](#)

Diferencial de la relación corta, [549](#)

Rebaja por falta de existencias, [24](#)

Reducción de existencias, [23](#), [195](#), [549](#)

Opciones a corto plazo, 27-28

Sigma (σ), [77](#), [549](#) Sesgo

equilibrado, [487](#)

plano, [487](#)

flotante, [489](#), [490](#)

inversión, [486-487](#) modelo

de entrada de, [498](#)

modelización, 489-494

medidas de riesgo y, 498-499

delta pegajoso, [492](#)

golpe pegajoso, [489](#)
volatilidad, [485-486](#), [532](#), [552](#)
Sesgo, [481-482](#), [495-498](#), [501-506](#), [555](#)
Pendiente, en gráficos de paridad, 40-46
Índice S&P 500, [250](#), [327](#), [448](#), [478-479](#), [482](#), [515](#)
volatilidad histórica, [87](#), [383](#), [389](#)
SPAN. *Véase* Análisis Normalizado de Carteras de
Riesgo Rotación especial de apertura, [520](#)
Especialista, 549-550
Especulador, [53](#), [131](#), [321](#), [410](#), [428](#), [550](#)
Velocidad, [150-151](#), [550](#)
Conversión split-strike, [328](#), [550](#). *Véase también* Inversión del riesgo
Spread, [158](#), [550](#)
 , 246-248
 oso, [222-226](#), [540](#)
 compraventa, 251-252
 toro, [222-226](#), [540](#)
 características comunes de,
 [169](#) crédito y débito, [214](#)
 diagonal, [196-200](#), [542](#)
 ratio diagonal, [236-237](#) cobertura
 dinámica y, [165](#) eficiencia de,
 244-246
 frente, [182](#), [544](#)
 para contratos de futuros, [160-161](#)
 gamma, [165](#)
 riesgo gamma de, 236-237
 intermercado e intramercado, [161-162](#) liquidez
 en, 249-250
 con vega negativa, [230](#)
 estática, [165](#)
 presentación de la orden de, 208-209
 valor teórico y deltas en, 218-219

comerciante que compra, [164](#)
estilo de negociación y, 248-249
características de volatilidad y, [233-234](#)

Estrategias de dispersión

definición, 159-164
contratos de futuros que utilizan,
[160-161](#) en mercados de opciones,
165-166 riesgo controlado por, 166-
168 riesgos reducidos mediante, [161](#)
sintéticos utilizados en, 259-260

Función de distribución normal acumulativa estándar, [344](#)

Desviación estándar

Modelo Black-Scholes, 344-346
cálculo, [382](#)
distribuciones lognormales y, [346-348](#) media y,
73-76
distribución normal y, [554-556](#)
movimiento de precios y, [74-75](#)
muestra y población, [382](#) volatilidad
como, 77-78
semanal, [79](#)

Análisis Estándar de Carteras de Riesgo (SPAN), [36](#)

Cobertura estática, [121](#)

Dispersión estática, [165](#)

Sesgo de delta pegajoso, [492](#)

Sticky-strike skew, [489](#)

Índice bursátil

amplio y estrecho, [441-442](#) contrato a
plazo, [455](#)
futuros, 458-459
contrato de futuros sobre, [450-451](#)
cobertura y futuros en, [457](#)
distribución implícita de, [509](#)

- opciones, [458-462](#)
- Opciones sobre acciones, [19](#)
 - dividendos que influyen, [100](#)
 - importancia de los tipos de interés, [305-306](#), [466-467](#)
 - posiciones largas y cortas, [98](#)
 - física subyacente y, [30-31](#)
 - paridad put-call para, [270-273](#), [288](#)
- Reparto de acciones, [438-440](#)
- Acciones
 - pago de dividendos, [373-376](#)
 - precio a plazo de, [15-17](#)
 - Índice afectado por las variaciones de precios en, [448-450](#)
- Liquidación de existencias, [7-9](#), [36](#), [268](#), [316](#), [318-319](#), [550](#)
- Orden de stop (pérdida), [209](#), [550](#)
- Orden de tope, [209](#), [550](#)
- Straddles, [61](#), [170-171](#), [205](#), [238](#), [474](#), [550](#)
 - compra, [287](#)
 - delta neutro y, [353-354](#)
 - expiración, [476-477](#)
 - en el dinero, [477](#)
 - sintéticos y, [260-261](#)
- Estrangulamiento, [171-173](#), [238](#), [261](#), [550](#)
- Correa, [550](#)
- Estrategias
 - toro y oso, [222-226](#)
 - compra/escritura, [326-327](#), [540](#)
 - cash-and-carry, [159](#), [161](#)
 - elegir lo apropiado, [199-206](#)
 - cobertura compleja, [331-333](#)
 - ejercicio temprano, [317-319](#)
 - eficiencia de, [244-246](#)
 - resumen de cobertura de, [330](#)
 - no simétrica, [185](#)

ratio, [162](#)

consideraciones de riesgo en, [234](#),

[238](#) asimetría y curtosis, [501-506](#)

simétrica, [178](#)

Precio de ejercicio. *Véase* Precio

de ejercicio Strip, [519](#), [534-536](#),

[550](#)

Intercambio, [5](#), [550](#)

Canje, [550](#)

Estrategias simétricas, [178](#)

Sintéticos, [287-290](#), [550](#)

llamada, [288](#), [551](#)

tipos de contrato, [258](#)

contrato a plazo, [254](#)

contrato de futuros, [270](#), [277](#)

straddles largos, 260-261

largo subyacente, [253](#)

opciones, 255-260

poner, [261-262](#), [551](#)

relaciones, [267](#)

posición corta, 264-265

estrategias de difusión mediante, [259-260](#)

subyacentes, [253-255](#), [551](#)

diferencial de volatilidad utilizando, 287-290

Cola, [277](#)

Pico alto (leptocúrtico), [481](#) Tau

(τ), [551](#)

Impuestos, [127](#), [465](#)

Estructura temporal, [390](#), [397-405](#), [430-432](#), [551](#)

Borde teórico, [118](#), [227](#)

margen de error y, [240-244](#)

condiciones del mercado y, [231](#)

liquidez del mercado y, [235](#)

Modelos teóricos de fijación de precios insumos básicos en, [335](#)

proceso de difusión supuesto en, [472-473](#) tipos
de interés en, [126](#)
rendimiento de, 119-121
problemas con, [56-57](#) tipos
de riesgo en, [463](#) precio
subyacente en, [66](#)
comprensión y fe en, [538](#) volatilidad en, [80](#),
[89-90](#), [204](#), [206](#), [380](#)
debilidades en, 511-512

Valor teórico, [142-143](#), [551](#)

cálculo del modelo Black-Scholes, [63](#) de
compra, [101](#), [108-109](#), [111](#), 310-311
en la cobertura dinámica, [133-134](#)
del contrato de futuros, [316](#) tipos
de interés y, [467](#)
de opciones, [55](#), [58](#)
y probabilidad, 54-56
de put, [101-102](#), [108-109](#), [111](#), [312](#)
del contrato subyacente, [115](#)
cambios de volatilidad y, 146-147

Teoría de las opciones sobre acciones y participaciones",
[61](#) *Teoría de la especulación* (Bachelier), [61-62](#) Theta
(Θ), [113](#), [142-143](#), [551](#)

del modelo Black-Scholes, [354](#) de
los bull spreads, [224-225](#)
driftless, [354](#)
compensación gamma con,
[237](#) en el dinero, [141](#)
valor temporal negativo y, 109-110
de opciones, 367-368
positivo, [417](#)
como decaimiento temporal, 108-109
variaciones de los precios subyacentes y, 141-142

cambios de volatilidad y, [144-145](#)
riesgo Theta (time decay), [228](#)
Tres vías, [280](#), [551](#)
Símbolos de cotización, [460](#)
Tiempo, volatilidad escalada para, [78-79](#)
Caja de tiempo, [285-287](#), [551](#)
Mariposa del tiempo, 191-192
Decaimiento temporal, [108-109](#), 380-381
Prima de tiempo, [33](#), [551](#)
Diferencias horarias. *Véase* diferencial
temporal Valor del tiempo, [32](#), [33-34](#),
[543](#), [551](#)
Análisis de series temporales, [393](#)
Índice de rentabilidad total, 447-448
Comercio, interrupción de las bolsas, [449](#), [464](#)
Costes de transacción, [126-127](#), [129](#)
Tipo, [6](#), [551](#)

Subyacente, [4](#), [27-28](#), [551](#)
Contrato subyacente, [439](#)
 opciones sintéticas y, [255-260](#) posición
 corta sintética y, [264-265](#) valor teórico de,
 [115](#)
 volatilidad independiente del precio de, [478](#)
Posición subyacente, [41-43](#), [103-104](#) Precio
subyacente
 en el modelo Black-Scholes, [66](#), [345-346](#)
 opción sobre índice de caja y, [461-462](#)
 precio de ejercicio y, 49-51
 gamma y cambios en, [149-150](#)
 distribución lognormal de, [478-481](#) valor
 de la opción y, 37-38
 en modelos teóricos de fijación de
 precios, [66](#) theta y cambios en, [141-](#)
 [142](#) vega y cambios en, 145-146

Beneficios no realizados, [7](#)

Posición de contrato al alza, [419](#),

Índice Value Line, [452](#)

Opción vainilla, [551](#)

Vanna, [139](#), [140](#), [146](#), [551](#)

Contrato de desviación, [513](#)

Canje de desviaciones, [513](#)

Variación, [8](#), [551](#)

Vega, [110](#), [113](#), [116](#), [552](#)

en el modelo Black-Scholes, [354-357](#)

de los bull spreads, [224](#)

decadencia, [147](#), [149](#), [356-357](#), [552](#)

en el dinero, [145-146](#)

negativo, [230](#), [236](#)

neutro, [399](#)

nocional, [513](#)

con el paso del tiempo, 147-148

cambios de precios subyacentes y, [145-146](#)

cambios de volatilidad que influyen en, 146-147

Riesgo Vega (volatilidad), [228](#)

Dispersión vertical, [213-226](#), [329](#), [332-333](#), [552](#)

VIX. *Véase* Índice de volatilidad

Volatilidad, [552](#)

en el modelo Black-Scholes, [68](#), [339](#)

umbral de rentabilidad, [116-117](#), [130](#)

calcular, 556-557

delta y cambios en, [135-136](#)

previsión, [87](#)

previsión, 391-394

adelante, 404-409

futuro, 394-397

gamma y cambios en, [150-151](#) cobertura

para reducir, 333-334

- implícita, [88-95](#), [512](#)
- interpretación de datos sobre, 85-
- 95 opciones in-the-money y, [92](#)
- reversión a la media, 387-388
- cambios de precios observados y, [80-81](#)
- realizados, [86-87](#), [116](#), [512](#)
- subida y bajada, [468-469](#) riesgo, 228-234
- escala de tiempo, 78-79
- cambio, 500-501
- sonreír, [485](#)
- como velocidad de mercado, [69](#)
- como desviación típica, [77-78](#)
- superficie, [499](#)
- estructura temporal de, [390](#)
- en modelos teóricos de fijación de precios, [80](#), [89-90](#), [204](#), [206](#), 380 valor teórico y cambios en, 146-147
- theta y cambios en, 144-145
- precio del contrato subyacente y, [478](#)
- valor, [299](#), [304](#)
- vega y cambios en, [146-147](#)
- Contratos de volatilidad, 512-514
 - aplicaciones, 536-537
 - replicación, [534-536](#)
 - utilización para cobertura, [536](#)
- Índice de volatilidad (VIX), 515-519
 - características de, 520-523
 - futuros, 524-529
 - opciones, 530-533
 - comercio, 523-524
- Volatility skew, [485-486](#), [532](#), [552](#)
- Volatility smile. Véase Volatility skew
- Diferencial de volatilidad, [169](#)

ajustes, 206-208
mariposa, 173-176
difusión del calendario, 182-191
Árbol de Navidad, [182](#)
cóndor, 176-178
dispersión diagonal, 196-199
uso de los coberturistas, [332](#)
tipos de interés y dividendos en, [192-195](#) ratio
spread, 179-182
a horcadas, 170-171
estrangular, 171-173
presentación de un pedido, [208-](#)
[209](#) sintéticos utilizados en, [287-](#)
[290](#) mariposa del tiempo, 191-
192

Volga, [147-148](#), [552](#)

Precio medio ponderado por volumen (VWAP), [450](#)

Vomma. *Véase* Volga

VWAP. *Véase* Precio medio ponderado por volumen.

Orden, [552](#)

Wilmot, Paul, [57](#) Alas de
mariposa, 192 Escribir,
[325](#), [552](#)

Volatilidad de los rendimientos, [82](#)

Cuello de coste cero, [330](#), [552](#)

Hipótesis de media cero, [382](#)

Zomma, [152-154](#), [552](#)

Sobre el autor

Sheldon Natenberg comenzó su carrera en 1982 como creador de mercado independiente de opciones sobre acciones en el Chicago Board Options Exchange. De 1985 a 2000, negoció opciones sobre materias primas, también como operador independiente, en el Chicago Board of Trade.

Sin dejar de operar, Natenberg se ha dedicado también a la enseñanza. Como tal, ha impartido seminarios para operadores de opciones en las principales bolsas y empresas de negociación profesionales de Estados Unidos, Europa y Extremo Oriente. En 2000, Natenberg se incorporó al equipo de formación de Chicago Trading Company, una empresa de negociación de derivados por cuenta propia.