



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA

CARRERA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN FINANZAS

Tema: "Como afectan los costos de transacción a un delta hedge"

Autor: Leandro José Llenas

Directora: Gabriela Facciano

Diciembre 2023

Resumen: Las opciones sobre futuros son instrumentos financieros que pueden emplearse tanto para transferir riesgo como para canalizar inversión con alto apetito por el riesgo.

El propósito de esta investigación es realizar una cobertura delta neutral o delta hedge y a través de una serie de simulaciones exponer esta estrategia a distintos escenarios para poder analizar los efectos que tienen los costos de transacción no contemplados en los desarrollos teóricos.

Con el desarrollo de estas simulaciones pude arribar a ciertas conclusiones que responden la pregunta hipótesis ¿Cómo afectan los costos de transacción a un delta hedge?

Palabras clave: Opciones financieras, Delta Hedge, Bid-ask spread, rebalanceo.

Índice

Índice	3
1. Introducción	4
2. Opciones sobre futuros.....	5
3. Comercio de opciones	8
3.1 Mercado eficiente.....	8
3.2 Volatilidad.....	10
3.3 Black-Scholes-Merton	10
3.3.1 Modelo de black.....	12
3.4 Coberturas dinámicas	13
4. Coberturas dinámicas en la práctica: efectos de los costos de transacción	14
4.1 Método Montecarlo	14
4.2 Desarrollo de simulaciones	14
4.4 Resumen de resultados de las simulaciones	16
5. Conclusión.....	24
Anexos	25
Reglamentación de los contratos.....	25
Planilla de trabajo	29
Resultados de las simulaciones	32
Volatilidades y costos de transacción	48
Bibliografía.....	51

1. Introducción

El punto de partida de mi investigación es describir brevemente que es un delta hedge, el cual es una cobertura dinámica cuyo objetivo es reducir el riesgo direccional de los movimientos del precio del activo subyacente y así aislar los cambios en la volatilidad. La manera de llevar a cabo esta estrategia es la siguiente, armo una posición delta neutral. Si la volatilidad del mercado es inferior a mi previsión de volatilidad, compro opciones delta neutral. Si la volatilidad del mercado es superior a esta previsión, vendo opciones delta neutral.

Llevar a cabo un delta hedge va a generar beneficios, siempre que:

1. La previsión de volatilidad sea correcta y no se produzcan hechos inesperados que alteren básicamente la volatilidad del subyacente.
2. La diferencia de volatilidad (pronosticada-realizada) sea lo suficientemente grande como para compensar los costos de transacción derivados de las operaciones.

Este último punto es el que me lleva a realizar mi pregunta hipótesis, es decir, ¿cómo afectan los costos de transacción a las coberturas dinámicas, más específicamente a un delta hedge?

En un mundo sin costos de transacción, hay una conformidad de realizar los rebalanceos para obtener la posición delta neutral con la mayor frecuencia posible. Desarrollo una serie de simulaciones para corroborar o no lo anterior como así también poder observar y analizar que sucede cuando hay costos de transacción.

Los objetivos principales que me planteo al iniciar la tesis son:

- Desarrollar simulaciones que permitan trabajar con distintos bid-ask spread en los escenarios planteados y poder observar los resultados en las distintas frecuencias de rebalanceos.
- Poder identificar las consecuencias de los costos de transacción en nuestras estrategias de coberturas y qué podemos hacer para obtener la mejor rentabilidad.

Los objetivos secundarios:

- A través del sharpe ratio simplificado poder analizar la rentabilidad de los resultados.
- Mayor conocimiento de las opciones sobre futuros.
- Tener claro el concepto de mercado eficiente
- Comprender las diferencias entre volatilidad realizada, implícita y futura.

Los motivos por los cuales llevo adelante esta investigación surgen de la intención de realizar un aporte a las estrategias de coberturas dinámicas desde un punto de vista práctico. Es decir, plantear ciertos supuestos y consideraciones, desarrollar un caso para luego analizar los resultados y llegar a las conclusiones.

La metodología que voy a utilizar es en parte bibliográfica ya que reúno información sobre lo que son las opciones sobre futuro, datos de la actualidad y temas relacionados con la investigación. Luego desarrollo simulaciones que me permita responder la hipótesis

La tesis está estructurada en cuatro partes:

1. En la primera, muestro datos de los comienzos de las opciones financieras para luego comentar como se lleva a cabo en nuestro país con algunos datos de actualidad.
2. En la segunda parte presento los temas que son necesarios conocer que le dan sentido a la investigación y como se relacionan, mercado de opciones, volatilidad, modelo Black-Scholes-Merton y coberturas dinámicas.

3. En la tercera parte introduzco el método Montecarlo, defino que costos de transacción nos afectan y desarrolló las simulaciones.
4. Por último, arribo a las conclusiones.

2. Opciones sobre futuros

Su operatoria se produce por primera vez en Estados Unidos, la Commodity Futures Trading Commission, autorizo en 1982 las negociaciones de opciones en los mercados de futuros, fue así como el Chicago Board of Trade lanzo las opciones sobre futuros de bonos del Tesoro. El Chicago Mercantile Exchange pronto siguió con las opciones sobre futuros de índices de acciones.

En el primer año de negociación de opciones de futuros, solo se negociaron 177.350 contratos de opciones. Sin embargo, el comercio de opciones de futuros se disparó durante las siguientes dos décadas.

- 1985: 20 millones de contratos de opciones de futuros negociados
- 1990: 64 millones de contratos de opciones de futuros negociados
- 1999: 115 millones de contratos de opciones de futuros negociados

Los inversores utilizan en mayor cantidad las opciones sobre futuros del activo subyacente debido a que son líquidos y fácil de negociar. Otro aspecto es que en las opciones sobre futuros su ejercicio, por lo general, no conduce a la entrega del activo, ya que en la mayoría de las circunstancias el contrato futuro subyacente se cierra antes de la entrega.

Los activos subyacentes que podemos encontrar a la hora de operar opciones sobre futuros son varios

Financieros	No Financieros
Tasas de interés	Commodities
Divisas	Metales precios y no preciosos
Acciones o índices accionarios	Productos energéticos
Criptomonedas	

En Argentina, los contratos de opciones sobre futuros se negocian en los mercados de Futuros y Opciones denominados "Mercados a Termino". Son estos mercados los que establecen las reglas a seguir para su negociación. Estos mercados son entidades privadas cuyo objetivo es organizar, registrar, garantizar y liquidar la negociación de contratos de Futuros y Opciones.

Quien controla estos mercados es la Comisión Nacional de Valores, este organismo en conjunto con la secretaria de Agricultura, Pesca y Alimentación cuando el producto subyacente es de índole Agropecuario. La CNV dicta normas (resoluciones generales) que estos mercados deben cumplir para ser autorizados a funcionar como entidades autorreguladas.

El cumplimiento de los contratos está garantizado por una entidad independiente del Mercado, llamada Cámara Compensadora, o pueden hacerlo como una función más con un área específica dispuesta a estos fines dentro de la estructura.

Cuando operamos con estos derivados agropecuarios, los dos estilos más utilizados con respecto al pago de la prima son, el estilo tradicional (se paga la prima al contado) y el estilo futuro (similar a un futuro, ajustes diarios de la prima y márgenes). En nuestro país la metodología es la siguiente, se pagan al contado las primas, pero también se determinan las

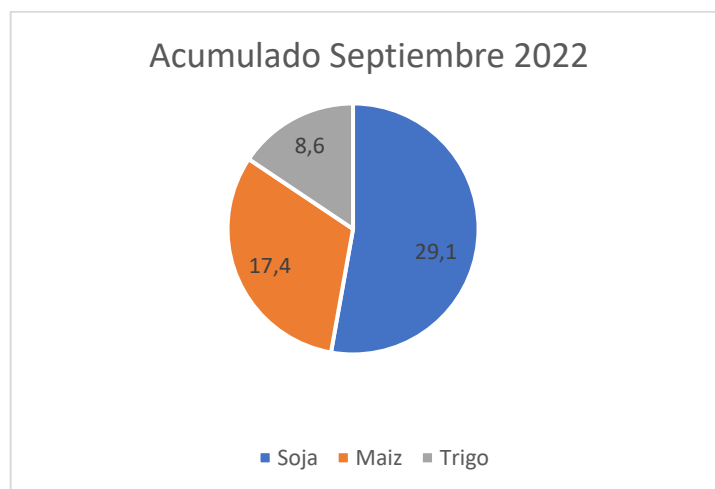
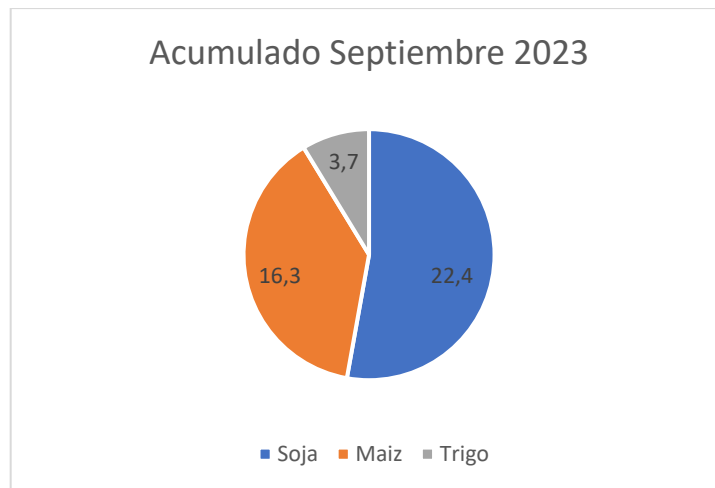
diferencias cuando las opciones están ITM o ejercibles. De este cálculo diario surgen diferencias a favor y en contra (denominado liquidación diaria de pérdidas y ganancias), las que son dadas a conocer a los agentes inmediatamente, ya que en el caso de diferencias en contra estas deben ser depositadas antes del inicio de las negociaciones del día siguiente a fin de reponer y completar el margen inicial.

Por lo tanto, independientemente del tipo de opción con la que operemos americana o europea en el mercado argentino es óptimo ejercer al vencimiento y no antes.¹ Esto nos lleva a que las opciones americanas sean tratadas como europeas, situación que nos permite poder utilizar modelos de valuación como Black-Scholes-Merton.

Datos actualizados a septiembre 2023

El volumen operado en futuros y opciones en septiembre alcanzo 4,1 millones de toneladas, lo que represento un aumento del 2,4 % mensual y una caída del 26,7% interanual.

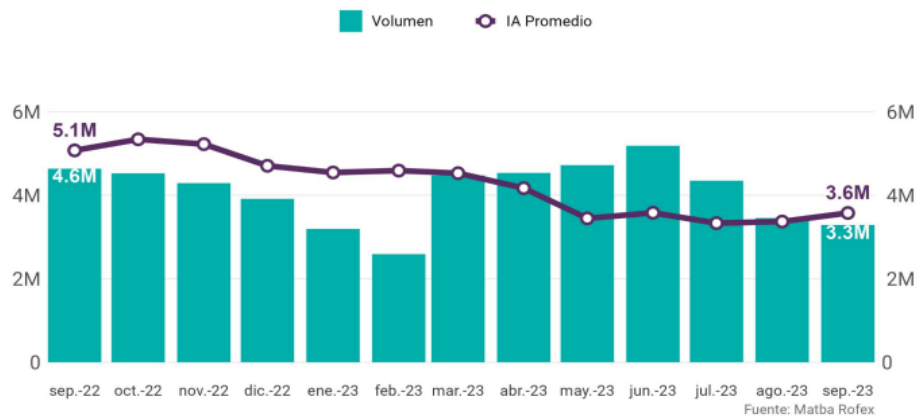
En el acumulado del 2023, la operatoria de futuros y opciones de todos los productos alcanzo 42,4 millones de toneladas, lo que representa una caída del 23% respectó del 2022.



¹ “El ejercicio solo al vencimiento de las opciones en Rofex es una estrategia optima aun en mercados imperfectos” Gabriela Facciano-Rodolfo Oviedo

	Volumen Toneladas	
	2023	2022
SOJA		
Chicago	1,2	0,937
Condicion Camara	20,3	27,9
Disponible	0,444	0,026
Mini	0,413	0,248
Subtotal	22,4	29,1
Maiz		
Chicago	0,830	0,338
Condicion Camara	15,3	16,9
Disponible	0,108	0,006
Mini	0,060	0,132
Subtotal	16,3	17,4
Trigo		
Condicion Camara	3,6	8,6
Disponible	0,007	0,0083
Mini	0,017	0,0477
Subtotal	3,7	8,7
TOTAL	42,4	55,2

Volumen Total operado por mes: Futuros En toneladas



Volumen total de opciones Agro Operadas por mes



3. Comercio de opciones

Para hablar del comercio de opciones debemos tener en cuenta un aspecto muy importante, tienen éxito las opciones en las cuales los activos subyacentes tienen cierta volatilidad. Esto se debe a que en el caso que haya poca volatilidad, los participantes del mercado que buscan cubrir riesgos no tendrán ningún incentivo y la especulación con opciones no se lleva a cabo.

Debido a esto las opciones y la volatilidad están muy relacionadas, es más se puede llegar a nombrar el mercado de opciones como un mercado de la volatilidad ya que hay agentes que compran volatilidad y otros que acuden al mercado a vender volatilidad.

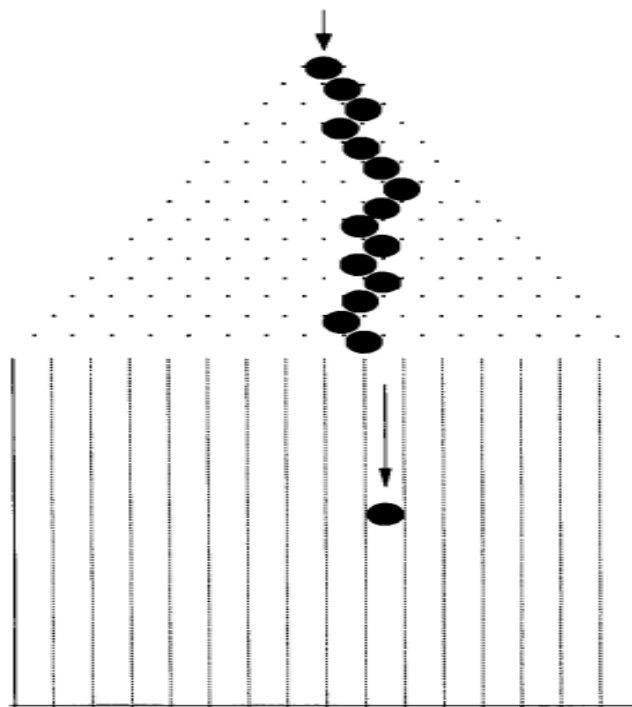
A continuación, desarrollo lo que es el mercado eficiente y la volatilidad, fundamentales para que se pueda llevar a cabo el comercio de opciones. Luego cómo se pueden valorar las opciones y por último qué es la cobertura dinámica.

3.1 Mercado eficiente

En gran parte de los modelos de valoración de opciones se considera la hipótesis de mercado eficiente para el subyacente, esto quiere decir que los precios de estos incorporan toda la información relevante que este a su alrededor.

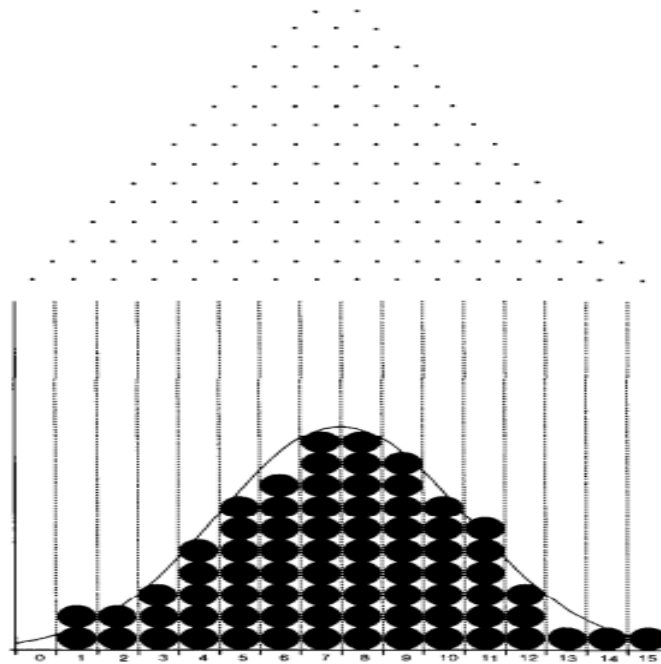
Por lo tanto, si el mercado es eficiente, la variación de los precios será totalmente aleatoria y se producirá cada vez que aparezca nueva información, situación que también será aleatoria.

Explicado esto, se dice que los precios en un mercado eficiente siguen un *random walk* (paseo aleatorio). Sheldon Natemberg describe el comportamiento de los precios como “un comportamiento similar a las bolas de la máquina de pinball. Cada vez que accionamos la palanca o presionamos el botón de la máquina, la bola sale disparada por el tablero y caerá en cualquier agujero final en función de las colisiones que tengan los diferentes obstáculos construidos sobre el tablero”. Este mecanismo lo podemos observar en el siguiente grafico

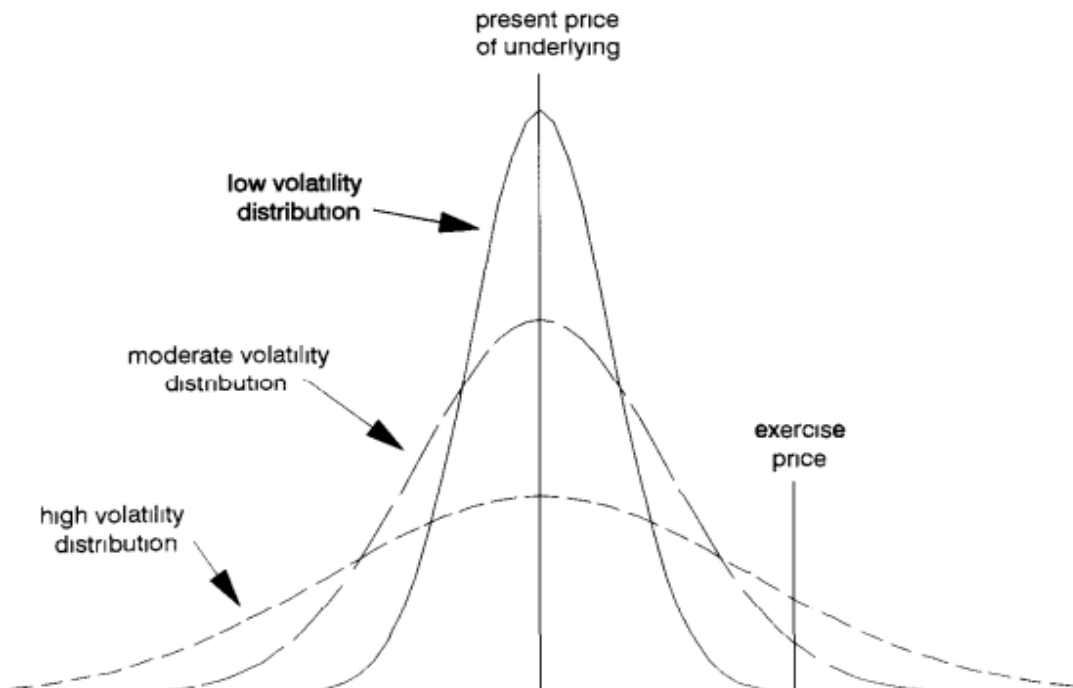


Fuente:(Natemberg, 1994)

Después de repetir el evento varias veces, la distribución de estas será como este grafico



Se observará que la figura se asemeja a la campana de Gauss, por lo que la conclusión de Natemberg es que, si el mercado es eficiente, la distribución estadística de los precios se aproximara a una distribución log normal. También tener en cuenta que una mayor o menor intensidad de los movimientos de los precios generara una distribución más o menos volátil, como se puede observar en el siguiente gráfico.



3.2 Volatilidad

Los operadores de un mercado de opciones están interesados en la dirección de los precios del subyacentes y en la velocidad de los movimientos. Esta velocidad es la volatilidad, como dice Natemberg “si los precios de un subyacente no se mueven con la suficiente rapidez, las opciones sobre dicho subyacente valdrán poco dinero ya que disminuyen las posibilidades de que el mercado cruce los precios de ejercicio de las opciones”.

La volatilidad es una medida de la frecuencia e intensidad de los cambios de precios de un activo. Se calcula mediante el desvío estándar de los rendimientos de los precios en un horizonte temporal específico y se utiliza para cuantificar el riesgo del activo.

Mayor desvío implica estar más alejado de la rentabilidad media y por lo tanto ser un activo con mayor riesgo.

Dentro de la hipótesis de mercado eficiente las variaciones de los precios seguirán una distribución normal, que hace que se distribuyan de la siguiente manera (La regla 68-95-99.7)

- $\square + 1\sigma$ 68,3%
- $\square + 2\sigma$ 95,4%
- $\square + 3\sigma$ 99,7%

Donde \square es la media de las variaciones y σ la desviación típica de dichas variaciones.

Tipos de volatilidades

- **Volatilidad histórica o realizada**, es la volatilidad que podemos calcular, utilizando series de tiempo de rendimientos de precios. Nos da una estimación sobre cómo se debería mover el activo, es decir si en el pasado su volatilidad estuvo entre un 15% y 20%, será más probable que se mantenga en ese nivel a que se encuentre en un 30%.
- **Volatilidad implícita**, se desprende de los precios de mercado de las opciones o primas negociadas. Refleja las expectativas del mercado sobre la volatilidad del subyacente hasta el vencimiento de la correspondiente opción. Suele cambiar en función de los cambios en las primas y en los precios. Si la volatilidad implícita está por encima de los valores históricos, se considera que el nivel de prima del mercado es alto y si es menor se considera que es bajo. Muchos agentes intentan predecir los niveles de volatilidad implícita del futuro, la proyección la llevan a cabo con el análisis técnico y también utilizando modelos estadísticos y econométricos más sofisticados.
- **Volatilidad futura**, la volatilidad futura es el dato que cualquier operador de opciones le gustaría conocer. Todos los modelos de valoración de opciones requieren de este valor, ya que se podría valorar correctamente las opciones y por supuesto ganar dinero aprovechando los errores de estimación de los demás agentes.

3.3 Black-Scholes-Merton

Los modelos de valuación se pueden dividir en dos enfoques:

- Modelos analíticos, que en general se plantean en tiempo continuo y suelen ser extensiones del modelo Black-Scholes-Merton (BSM)
- Modelos que exigen la utilización de algoritmos de cálculo numérico. El modelo más conocido dentro de este enfoque es el modelo Cox-Ross-Rubinstein (1979), denominado generalmente modelo binomial.

El modelo BSM, es él que utilizo para simular las coberturas dinámicas. Tiene como punto de partida el Movimiento browniano geométrico, el movimiento browniano surge de una

observación que realizó Robert Brown, él vio que el polen en el agua se mueve de manera aleatoria.

En 1905, Albert Einstein publicó un paper donde genera una ecuación para poder modelar el comportamiento del polen en el agua y lo llamo movimiento Browniano.

El movimiento Browniano geométrico es un modelo de amplio uso en finanzas y sirve para representar el precio de algunos bienes que fluctúan siguiendo los vaivenes de los mercados financieros.

Este modelo de valuación de opciones sobre acciones considera un supuesto sobre cómo se mueven las acciones en el tiempo. En el corto plazo supone que los retornos de los precios de una acción que no paga dividendos se distribuyen de forma normal.

μ : Rendimiento esperado de la acción

σ : Volatilidad del precio de la acción

La media del rendimiento en el tiempo Δt es $\mu \Delta t$. La desviación estándar del rendimiento es $\sigma \sqrt{\Delta t}$. Por lo tanto, el supuesto de apoyo de BSM es que:

$$\frac{\Delta S}{S} \sim \Phi(\mu \Delta t, \sigma^2 \Delta t)$$

Donde ΔS es el cambio en el precio de la acción S en el tiempo Δt , y $\Phi(m, v)$ denota una distribución normal con media m y varianza v .

En el largo plazo, es necesario ser más preciso acerca de como se distribuyen los precios en el futuro, el supuesto de la formula anterior es que el precio de una acción en el futuro tiene una distribución logarítmica normal. Se diferencia de la distribución normal en que solo admite valores positivos y que es sesgada. Además, la media, mediana y moda son diferentes.

Una variable con una distribución logarítmica normal tiene la propiedad de que su logaritmo natural tiene una distribución normal. Esto implica que $\ln St$ es normal, donde St es el precio de la acción en un tiempo futuro.

Lo que nos lleva a la siguiente formula:

$$\ln \left(\frac{St}{S} \right) \sim No \left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t, \sigma \sqrt{t} \right]$$

↑
retorno diario

↑
media

↑
desvió

Supuestos que considera el modelo

- El comportamiento del precio de una acción corresponde al modelo logarítmico normal con μ y σ constantes.
- No hay costos por transacciones ni impuestos
- No hay dividendos sobre la acción durante el periodo de vida de la opción
- No hay oportunidad de arbitraje libres de riesgo
- Las negociaciones con valores son continuas
- Los inversionistas pueden solicitar u otorgar préstamos a la misma tasa libre de riesgo

- La tasa de interés libre de riesgo a corto plazo, r , es constante

En el modelo BSM la fórmula de valuación de opciones es:

$$\text{Call} = S \times N(d_1) - X \times e^{-rt} \times N(d_2)$$

$$\text{Put} = -S \times N(-d_1) + X \times e^{-rt} \times N(-d_2)$$

Donde:

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

Prima = $f(S, X, r, t, \sigma)$

S Es el precio del subyacente

X Es el strike

r Tasa libre de riesgo

t Tiempo al vencimiento

σ Volatilidad

3.3.1 Modelo de black

Fisher Black elaboro un modelo para realizar valuaciones de opciones europeas sobre futuros, lo publico en 1976 "The pricing of commodity contracts", el supuesto fundamental es que los precios de los futuros tienen la misma propiedad logarítmica normal que los precios de las acciones.

Por lo tanto, podríamos valuar las opciones de la siguiente manera

$$\text{call} = e^{-rt} [F_0 \times N(d_1) - K \times N(d_2)]$$

$$\text{put} = e^{-rt} [K \times N(-d_2) - F_0 \times N(-d_1)]$$

donde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F_0}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2 \times T}{2}\right)}{\sigma \times \sqrt{T}} \quad d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

F_0 precio actual del futuro

K precio de ejercicio

σ Volatilidad del precio a futuro

T es el plazo al vencimiento de la opción

3.4 Coberturas dinámicas

La cobertura dinámica es una estrategia que se centra en ajustar la cobertura de un activo a medida que cambia el precio del subyacente. Este enfoque es opuesto a cualquier tipo de enfoque estático, donde una cobertura se establece en forma inicial y no se ajusta nunca. En las dinámicas tiene que ajustarse de manera periódica, esto se conoce como restablecimiento del equilibrio.

Las coberturas dinámicas están íntimamente relacionadas con el análisis de Black, Scholes y Merton, por lo que hay que tener en cuenta los siguientes supuestos:

- No hay costos por transacciones ni impuesto. Todos los valores son perfectamente divisibles.
- No hay dividendos sobre la acción durante el periodo de vida de la opción.
- No hay oportunidades de arbitraje libres de riesgo.
- Los rebalanceos son continuos.
- Las volatilidades de los activos subyacentes son constantes

El resultado de la cobertura lo obtenemos considerando estos tres elementos:

- Total de diferencias generadas por la posición en el activo subyacente
- Prima de las opciones (cobradas o pagadas)
- Valor de las opciones al vencimiento (Valor intrínseco)

Las coberturas más utilizadas son las que tienen en cuenta los parámetros delta, gamma y vega.

4. Coberturas dinámicas en la práctica: efectos de los costos de transacción

Antes de pasar a describir las simulaciones realizadas es necesario introducir el método Montecarlo que fue empleado para realizar las pruebas, el cual describo a continuación.

4.1 Método Montecarlo

La simulación Montecarlo es un método estadístico que permite ver todos los resultados posibles de las decisiones que tomamos y evaluar el impacto. Por lo cual es de gran utilidad para cualquier tipo de organización.

El método fue llamado de esa manera por ser el principado de Mónaco la capital del juego del azar, al tomar una ruleta como un generador simple de números aleatorios

Se trata de una técnica matemática computarizada donde se agrupan una serie de procedimientos que analizan distribuciones de variables aleatorias usando la simulación de números aleatorios.

La clave de la simulación Montecarlo consiste en crear un modelo matemático del sistema, proceso o actividad que se requiere analizar, identificando las variables cuyo comportamiento aleatorio determina el comportamiento global del sistema. De esta manera podemos alcanzar el objetivo principal de este método, imitar el comportamiento de variables reales para analizar o predecir como van a evolucionar. Los problemas que podemos resolver van de los más sencillos hasta los muy complejos.

En la actualidad, en economía, la simulación Montecarlo se utiliza tanto en empresas como en inversión. Algunos ejemplos:

- Crear, valor y analizar carteras de inversión
- Valorar productos financieros complejos como las opciones financieras
- Creación de modelos de gestión de riesgo

Ventajas

1. Facilidad para mostrar la información, gracias a los datos que genera este método es fácil crear gráficos de diferentes resultados y posibilidades de que sucedan.
2. Análisis de sensibilidad, resulta más fácil ver que variables introducidas tienen mayor influencia sobre los resultados finales.
3. Análisis de escenario, usando este método los analistas pueden ver exactamente los valores que tienen cada variable cuando se producen ciertos resultados. Esto resulta muy valioso para profundizar en los análisis
4. Correlación de variables de entrada, permite modelar relaciones interdependientes entre diferentes variables de entrada. Esto es importante para averiguar con precisión la razón real por la que, cuando algunos factores suben, otros suben o bajan paralelamente.

4.2 Desarrollo de simulaciones

Para llevar un delta hedge a la práctica con la intención de ganar dinero con la volatilidad es fundamental comparar volatilidad implícita con la volatilidad realizada esperada. Cuando la volatilidad implícita esté por encima de nuestras estimaciones de volatilidad realizada futura, lo que debemos hacer es lanzar opciones y cubrirnos con una posición en el activo subyacente, en este caso el futuro, para llevar el delta a cero en nuestra posición. El otro caso cuando la volatilidad implícita esté por debajo de nuestras estimaciones, debemos comprar opciones y vender el futuro subyacente con el mismo fin.

Llegado a este punto tengo que mencionar a los costos de transacción, estos son los costos adicionales directamente atribuible a la adquisición, emisión, venta o disposición de un activo o pasivo financiero. Por lo tanto, al operar un instrumento financiero, tenemos dos precios:

Una posición de compra en el mercado, pagas el precio Ask

Una posición de venta en el mercado, cobras el precio Bid

El precio Ask tiende a ser superior al precio Bid, lo que significa que, si compras un activo y lo vendes de inmediato, perderás dinero. También perderías dinero si vendieras y luego compraras inmediatamente.

En el ejemplo que voy a desarrollar, considero que la volatilidad implícita está por encima mi estimación de volatilidad realizada futura, por lo cual voy a lanzar opción sobre futuros de soja a seis meses (126 ruedas) y me cubro con la compra del subyacente, en este caso futuros de soja.

Supuestos

- Los precios se describen como un proceso de difusión browniano
- La posición de la opción está relacionada con un solo vencimiento y se mantiene hasta el mismo
- No hay costos por financiamiento

Consideraciones para desarrollar el caso

- Se utiliza el método Montecarlo con 5000 simulaciones
- La volatilidad implícita se mantiene constante
- La opción lanzada es At the money
- Para realizar los rebalances se utiliza el precio de ajuste con distintas tasas de bid-ask spread.
- Frecuencia de rebalanceo propuesta, diaria; dos x semana; semanal; cada dos semanas y cada tres semanas
- Escenarios de volatilidad realizada: 15%; 20%; 25% y 30%
- Escenarios de margen de volatilidad (volatilidad pronosticada – volatilidad realizada) 3%; 5%, 7% y 9%
- En los escenarios planteados, las simulaciones siempre consideraron los mismos números aleatorios para generar los precios, lo que permite realizar comparaciones de los resultados ya que se elimina el error de muestreo.

Los resultados de la cobertura los analizo con la formula ya presentada en el apartado de coberturas dinámicas, ahora específicamente con el delta hedge que se lleva a cabo en el caso práctico y en cada simulación.

Prima (valor positivo)

Resultado posición de futuros (valor positivo o negativo)

Resultado opción al vencimiento (negativo o cero)

Total

Breve descripción de cada elemento

1. Prima cobrada al inicio: el cálculo de este valor se llevó a cabo a través del modelo Black-Sholes-Merton, con los datos del precio futuro, el precio de ejercicio, la volatilidad implícita y el plazo al vencimiento.
2. Resultado posición del futuro: suma de todas las diferencias calculadas con respecto al precio de ajuste (positivas y negativas) generadas por la posición del futuro durante los 6 meses de la opción. Cuando se compra un futuro, se opera a la oferta de venta que se obtiene como precio de ajuste más $\frac{1}{2}$ bid-ask spread. Cuando se vende un futuro, se negocia al precio de ajuste menos $\frac{1}{2}$ de bid-ask spread.
3. Resultado opción: valor de la opción al vencimiento. Hay dos alternativas, si el precio del futuro es menor al precio de ejercicio, el resultado de la opción es cero ya que no nos van a ejercer. Por el contrario, si el precio futuro es mayor al precio de ejercicio, nos van a ejercer y nos vamos a hacer cargo de esa diferencia lo que genera un valor negativo en nuestro cálculo.

Luego con los 5000 totales obtenidos calculo la media y el desvió estándar. Con estos dos datos puedo calcular el sharpe ratio simplificado, él cual es una formula simplificada del sharpe ratio y se utiliza para evaluar los sistemas de trading. Este ratio nos permite analizar la rentabilidad ajustada al riesgo. Por lo tanto, cuanto mayor es el valor, mejor es la rentabilidad en relacional riesgo tomado. Se considera rentable cuando es mayor a 1 ya que de lo contrario el rendimiento es inferior al riesgo asumido.

Sharpe ratio simplificado = Beneficio medio / desvió estándar

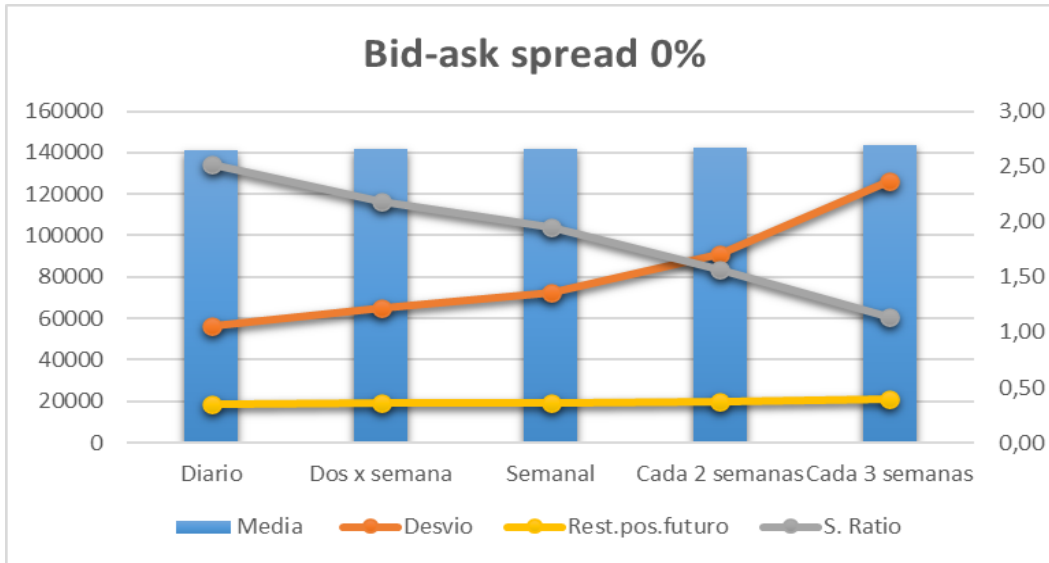
4.4 Resumen de resultados de las simulaciones

Dadas las cuatro volatilidades históricas y los cuatros márgenes de volatilidad, obtenemos 16 escenarios y en cada uno se puede observar cómo fueron los resultados del delta hedge según la frecuencia de rebalanceo utilizada y los niveles de bid-ask spread.

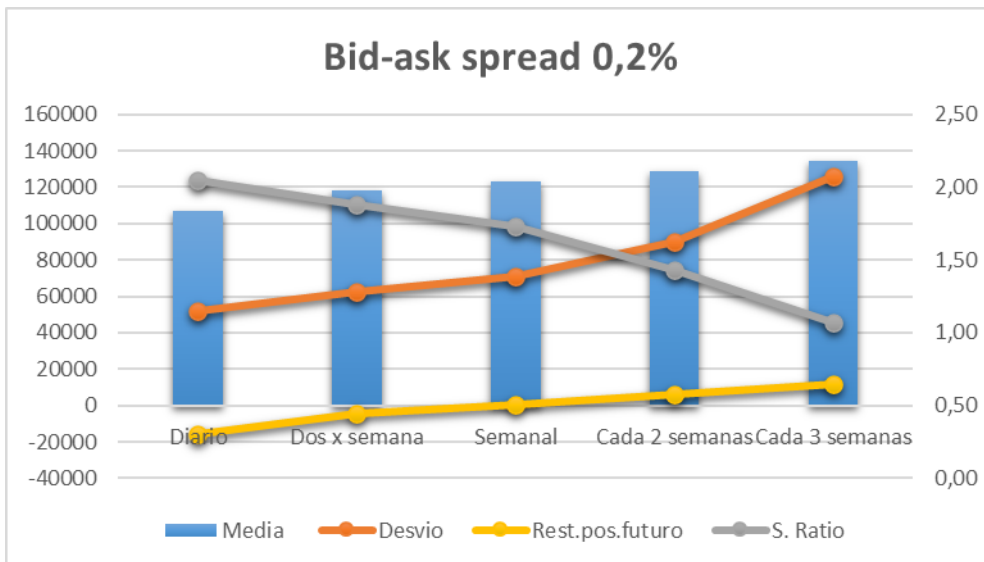
Considero tedioso plasmar los 16 escenarios obtenidos por lo cual, solo expongo uno presentando los 15 restantes en los anexos. El escenario elegido es el que tiene una volatilidad realizada del 15% y un margen de volatilidad del 5%.

Realizo un análisis mediante gráficos de la situación observada en el escenario elegido en función del nivel de bid-ask spread, con el objetivo de mostrar cómo se van moviendo las líneas correspondientes al desvió estándar de la media, sharpe ratio simplificado, al resultado de la posición de futuro como así también la media de los resultados del delta hedge.

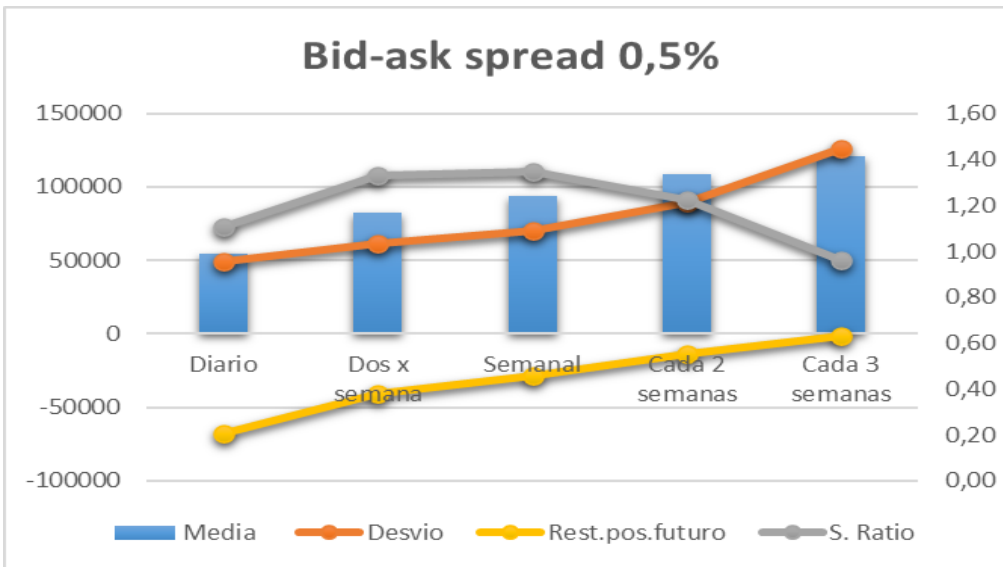
Volatilidad Realizada 15%						
Volatilidad residual 5%	Bid ask spread					
	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Rebalanceo						
Diario						
Prima	563721	563721	563721	563721	563721	563721
Res.pos. Futuro	18841	-15892	-67991	-154822	-241654	-328485
Res. de la opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Media resultados delta hedge	141395	106663	54564	-32268	-119099	-205931
Desvio de la media	56078	52208	49391	53624	66729	84683
Sharpe ratio simplificado	2,52	2,04	1,10	-0,60	-1,78	-2,43
Dos x semana						
Prima	563721	563721	563721	563721	563721	563721
Res.pos. Futuro	19183	-4707	-40542	-100267	-159992	-219717
Res. de la opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Media resultados delta hedge	141738	117848	82013	22288	-37438	-97163
Desvio de la media	64912	62828	61729	65438	75024	88600
Sharpe ratio simplificado	2,18	1,88	1,33	0,34	-0,50	-1,10
Semanal						
Prima	563721	563721	563721	563721	563721	563721
Res.pos. Futuro	19440	319	-28361	-76162	-123962	-171763
Res. de la opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Media resultados delta hedge	141994	122874	94194	46393	-1408	-49208
Desvio de la media	72724	71019	70069	72864	80544	91892
Sharpe ratio simplificado	1,95	1,73	1,34	0,64	-0,02	-0,54
Cada 2 semanas						
Prima	563721	563721	563721	563721	563721	563721
Res.pos. Futuro	19738	6413	-13574	-46886	-80198	-113511
Res. de la opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Media resultados delta hedge	142293	128968	108980	75668	42356	9044
Desvio de la media	91042	89900	89203	90784	95615	103242
Sharpe ratio simplificado	1,56	1,43	1,22	0,83	0,44	0,09
Cada 3 semanas						
Prima	563721	563721	563721	563721	563721	563721
Res.pos. Futuro	21252,9	12121,8	-1574,8	-24402,5	-47230,2	-70057,9
Res. de la opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Media resultados delta hedge	143807	134676	120980	98152	75324	52497
Desvio de la media	126238	125853	125859	127419	130850	136009
Sharpe ratio simplificado	1,14	1,07	0,96	0,77	0,58	0,39



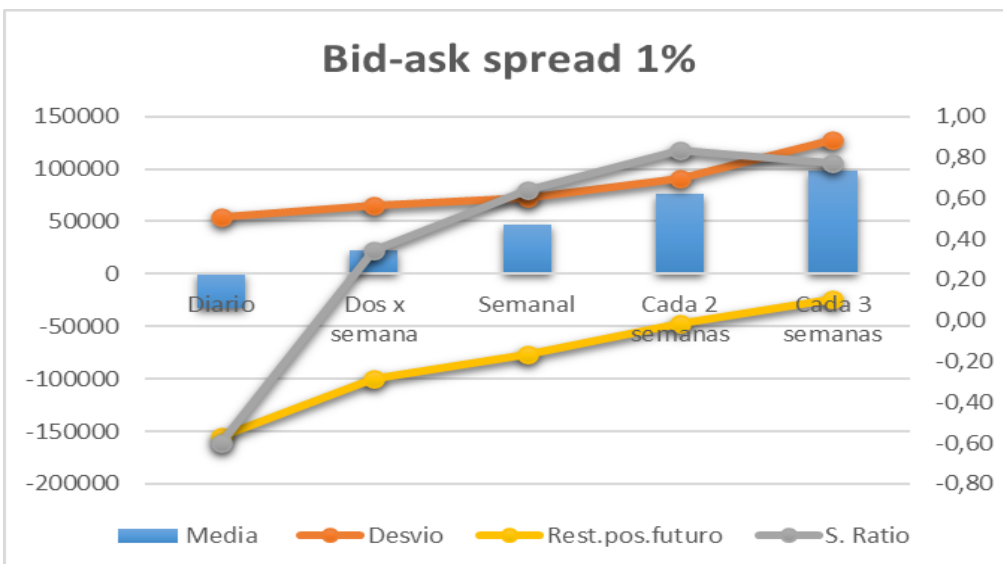
Si no existe bid ask spread, el resultado promedio de las coberturas delta neutrales es casi igual sin importar la frecuencia de rebalanceo. Sin embargo, el desvío estándar de los resultados aumenta a medida que disminuye la frecuencia de rebalanceo, por lo tanto, el sharpe ratio mayor se da cuando consideramos un rebalanceo diario.



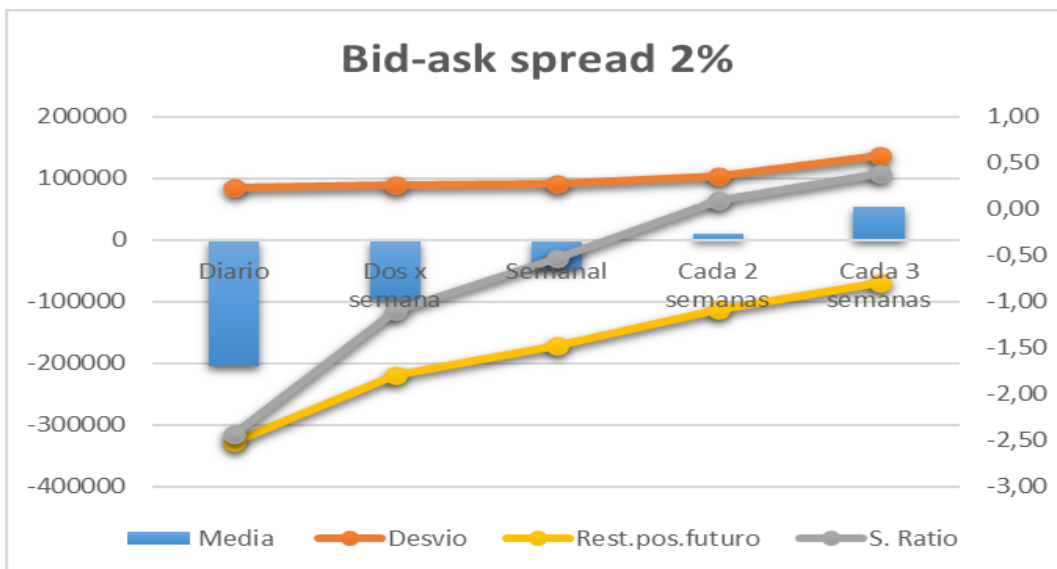
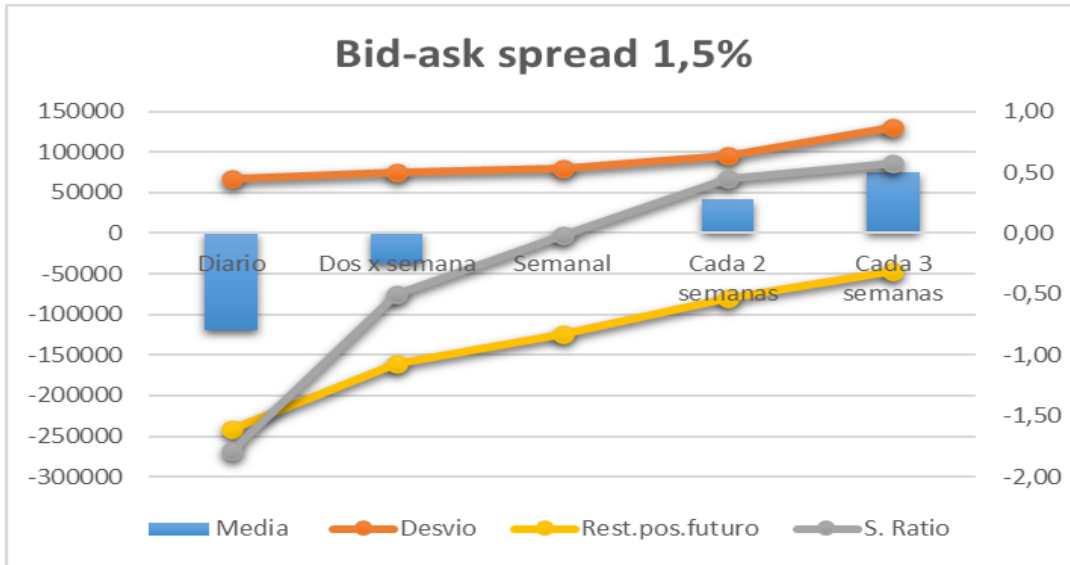
Con valores bajos de bid-ask spread las líneas se mueven bastante similar a la situación cuando no hay costos de transacción, la diferencia se observa en el resultado de la posición del futuro, la cual se ve afectada por el bid-ask spread produciendo pérdidas en las frecuencias de rebalanceo mayores, esto impacta en la media de los resultados. La curva del sharpe ratio mantiene una pendiente negativa lo que marca que aún nos beneficia la mayor frecuencia de rebalanceo.



En este nivel de bid-ask, el resultado por la posición de futuro es negativo en todas las frecuencias. Lo que genera más variación en la media de los resultados. El mayor cambio se encuentra en la pendiente de curva del sharpe ratio, la cual ya no es negativa a diferencia de la situación anterior. En este caso es positiva hasta cierto punto para luego descender. Este punto es el óptimo y nos indica con qué frecuencia de rebalanceo obtenemos el mayor sharpe ratio.



En este nivel de bid-ask spread el punto óptimo del sharpe ratio es más marcado que en la situación anterior. También resulta evidente el aumento de las pérdidas en el resultado de la posición de futuro.



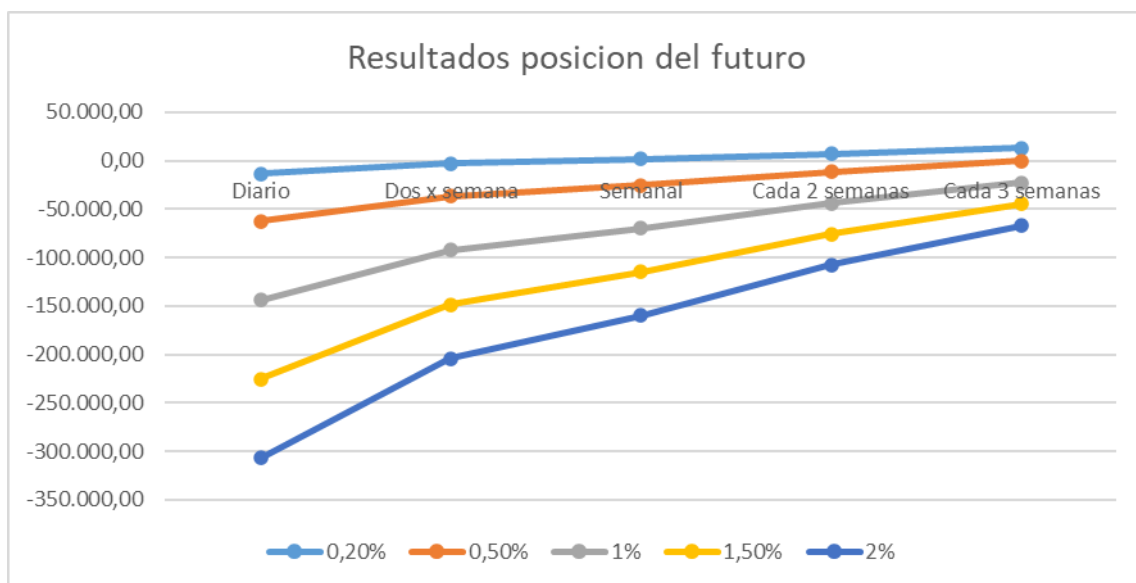
Los dos últimos gráficos los analizo juntos ya que son bastante similares, se puede observar como la curva del sharpe ratio tiene pendiente positiva, esto se debe a que cuando la frecuencia es mayor la media de los resultados es muy negativa, dado el valor del spread. Por su parte el desvío estándar se aplana lo que produce que su incidencia sea menor cuando la frecuencia de rebalanceo se reduce.

Siguiendo con el análisis de los resultados obtenidos, detallo ciertas generalidades que encontré en los demás escenarios y que considero relevantes.

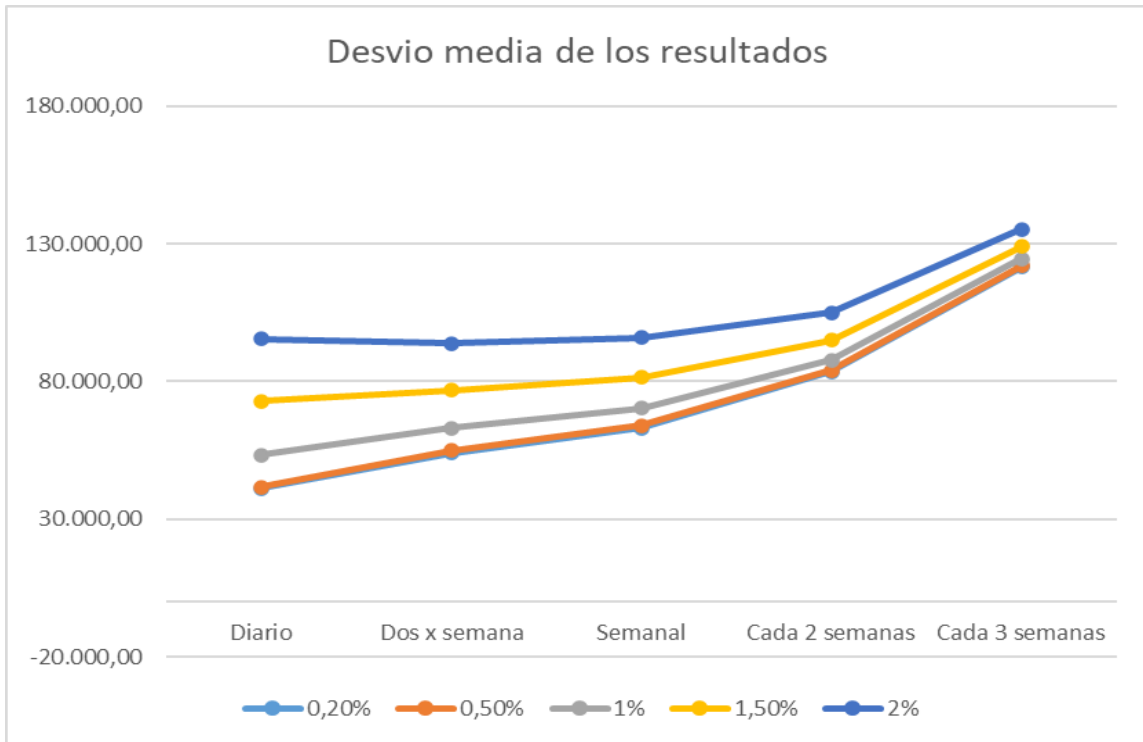
- Sin costos de transacción siempre vamos a tener mejores resultados cuando se llevan a cabo rebalanceos más frecuentes, en las simulaciones realizadas, es la frecuencia diaria. Esto se debe a que, la media de los resultados del delta hedge aumenta muy levemente en la medida que bajamos la frecuencia de rebalanceo y el desvío estándar crece mucho, ya que se realizan menos coberturas, lo que genera

una mayor variabilidad de resultados posibles. Por lo tanto, el sharpe ratio disminuye con cada disminución de frecuencias de rebalanceo.

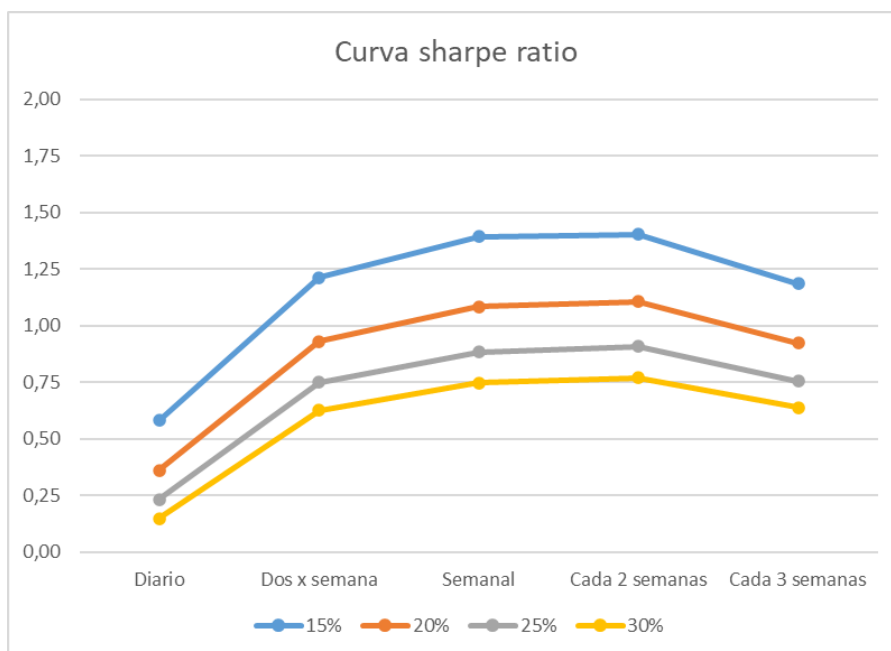
- Tanto la prima (que en este caso me van a pagar) como el resultado de la opción al vencimiento no se ven afectados por el nivel de bid-ask spread.
- Los resultados por la posición de futuros sí se ven afectados con el nivel de bid-ask spread, en el gráfico que se encuentra a continuación se observa cómo influye en el escenario con 15% volatilidad histórica y 7% margen de volatilidad, pero esto se repite en los 16 escenarios simulados. Es decir, en la medida que nivel de bid-ask spread sea mayor genera más pérdidas en el resultado posición de futuros. Con menor frecuencia de rebalanceo, el resultado de la posición de futuros mejora.



- El desvío estándar de la media de los resultados del delta hedge, es mayor en la medida que bajemos la frecuencia de rebalanceo. Otro aspecto interesante es que con un mayor nivel de bid-ask spread y frecuencia de rebalanceo más baja, la curva tiende a aplanarse. Este hecho se muestra en el gráfico que sigue considerando una volatilidad realizada del 15% y un margen de volatilidad del 3%. El mismo comportamiento se observa en los restantes 15 escenarios analizados.

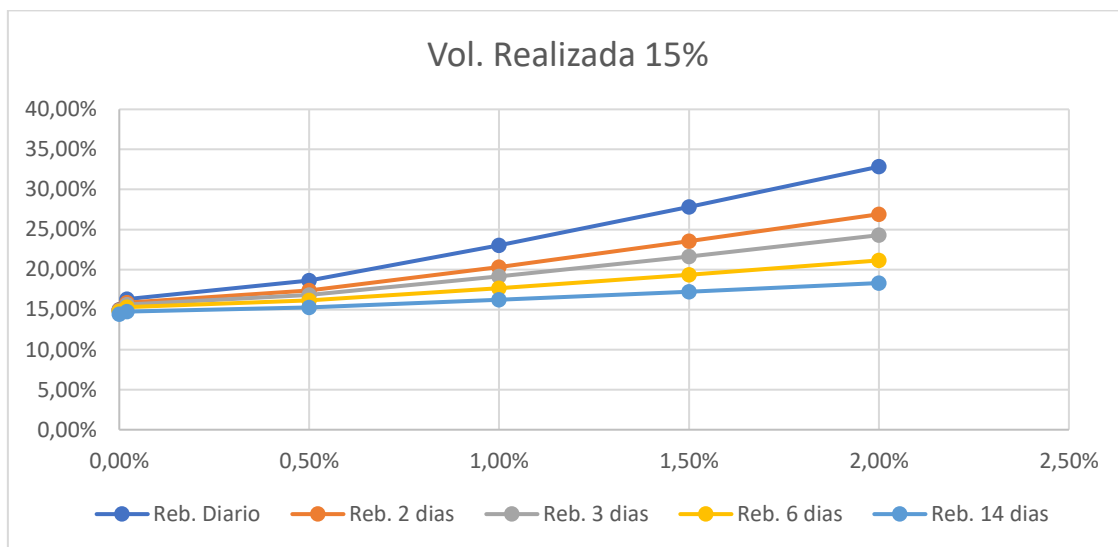


- En niveles intermedios de bid-ask spread se puede observar ciertos puntos óptimos del Sharpe Ratio que nos indican cuál es la mejor frecuencia de rebalanceo entre las opciones generadas en las simulaciones, ya que bajar o subir la frecuencia nos generan una disminución del sharpe ratio. Esto se puede observar en el grafico a continuación, el cual es un escenario con un nivel de bid-ask spread del 1% y margen de volatilidad del 7%.



Una vez terminadas las simulaciones, realice el cálculo de la volatilidad realizada de las series de precios a los que se hicieron las transacciones considerando el correspondiente bid-ask spread. A continuación, expongo tabla y gráfico que muestran los resultados de la volatilidad calculada para el ejemplo de la página 16 (Volatilidad realizada del 15%), los gráficos de las demás volatilidades se incluyen en los anexos.

	Volatilidad realizada 15%					
	0,00%	0,02%	0,50%	1,00%	1,50%	2,00%
Reb. Diario	14,97%	16,31%	18,62%	23,02%	27,82%	32,84%
Reb. 2 días	14,93%	15,85%	17,41%	20,33%	23,53%	26,91%
Reb. 3 días	14,89%	15,62%	16,85%	19,13%	21,63%	24,29%
Reb. 6 días	14,78%	15,30%	16,14%	17,68%	19,36%	21,14%
Reb. 14 días	14,42%	14,75%	15,28%	16,22%	17,24%	18,31%



La existencia de los costos de transacción produce alteraciones en los precios, es decir, se paga un mayor precio ask y se cobra un menor precio bid. Esto genera que cuando se calcula la volatilidad realizada, existan mayores variaciones con respecto al precio de ajuste. En la medida que la tasa de bid-ask spread es mayor, la volatilidad realizada crece. Para hacerlo más práctico, sigamos con el ejemplo antes mencionado, es decir Volatilidad realizada del 15%, implícita del 20%, por lo tanto, volatilidad residual del 5%. Ahí cruzamos datos con la tabla de volatilidades, con un margen del 5%, considerar un rebalanceo diario y tasa del 0,5 (0,25 y 0,25), nos da beneficios porque el bid-ask spread hace que la volatilidad realizada sea del 18,62%, esto quiere decir que nuestro margen sustenta los costos de transacción. Cuando la tasa es del 1%, la volatilidad es del 23,02% situación que lleva que la media de los resultados sea negativa.

Otro aspecto para destacar es cuando calculo la volatilidad realizada con las distintas frecuencias de rebalanceo, obtuve distintos resultados que cuando utilizo los datos diarios, esto es así porque cuando tomo los datos con intervalos, estos no tienen en cuenta las variaciones ni la volatilidad de los demás días.

Analizando los resultados de las 5000 simulaciones, se puede observar en la tabla y en el gráfico, que una menor frecuencia de rebalanceos reduce la volatilidad realizada.

5. Conclusión

Luego de desarrollar las simulaciones y analizar sus resultados puedo arribar a las siguientes conclusiones:

1. Cuando los costos de transacción son bajos, nos conviene realizar rebalances más frecuentes, caso contrario cuando los costos son elevados.
2. Nuestra estimación de volatilidad realizada va a sufrir modificaciones.
3. Existencia de ciertos puntos “óptimos” donde se logra el mayor nivel de sharpe ratio.

La primera conclusión se debe a que en un contexto con niveles bajos de bid-ask, el incremento porcentual en la media de los resultados del delta hedge que se puede obtener por bajar la frecuencia de rebalanceo es inferior al incremento porcentual del desvío de la media de los resultados obtenidos por el delta hedge, por lo que el sharpe ratio es menor. Contexto de mayores niveles de bid-ask spread, pasa lo contrario el beneficio por bajar la frecuencia de rebalanceo es mayor que el incremento porcentual que se da en el desvío.

Segunda conclusión, la estimación de volatilidad realizada va a sufrir modificaciones y esto se debe a los costos de transacción y mientras mayor sea la tasa de bid-ask spread mayor será la alteración. Por lo tanto, hay que tener en cuenta esto a la hora de pensar la estrategia porque no hacerlo nos puede llevar a resultados negativos no esperados ya que el margen residual no es lo suficiente grande para soportar los costos de transacción. Ante esto lo que podemos hacer es bajar la frecuencia de rebalanceo ya que se logra que el efecto de los costos de transacción en la volatilidad realizada sea menor.

Tercera conclusión, en niveles intermedios de bid-ask spread en la curva del sharpe ratio se pueden detectar ciertos puntos “óptimos”, donde obtenemos el mayor sharpe ratio posible, es decir, una mayor o menor frecuencia de rebalanceo genera un resultado peor. De todos modos, tener en cuenta que alcanzar estos puntos, implica estar en la mejor posición posible pero no necesariamente ser rentable, es decir el punto óptimo puede ser menor a 1 con lo que esto significa. Esto se relaciona directamente con el párrafo anterior, es decir rebalances menos frecuentes generan que la volatilidad realizada no se vea tan afectada por los costos de transacción y se puede lograr que los resultados sean positivos, sin embargo, el hecho de extender los periodos sin rebalanceo genera que el desvío estándar se incremente. Volviendo a la fórmula de sharpe ratio simplificado

Sharpe ratio simplificado = Beneficio medio / desvío estándar

También puedo destacar que, una vez alcanzado este punto con una frecuencia de rebalanceo determinada, ésta se mantiene en las cuatro volatilidades realizadas (15%, 20%, 25% y 30%). Por lo tanto, puedo decir que la frecuencia óptima de rebalanceo (medida en niveles del Sharpe ratio) no se ve afectado por el nivel de la volatilidad del activo subyacente. Ésta va a depender sólo del nivel de bid-ask spread.

Anexos

Reglamentación de los contratos

Opciones Americanas sobre Futuros

1. Contrato de Opciones sobre Futuros.

1.1. Activo subyacente: Serán los contratos de futuros que cuenten con autorización de la Comisión Nacional de Valores (CNV) para su negociación en el ámbito de Matba Rofex, determinados por el Directorio del Mercado mediante Circular.

1.2. Tamaño del contrato: Será de un (1) Contrato de Futuros.

1.3. Moneda de negociación y Cotización: Serán iguales a las del contrato de futuros subyacente.

1.4. Series Disponibles: Se podrán listar series con vencimiento en cada uno de los meses del año.

1.5. Horario habilitado para la negociación: Será determinado por el Directorio del Mercado mediante Circular.

1.6. Vencimiento y Último día de negociación: Será igual al del contrato de futuros subyacente.

1.7. Variación mínima de precio: La variación mínima de precio será informada por Circular del Mercado.

1.8. Precios de ejercicio: Los precios de ejercicio serán expresados en la misma moneda de negociación y cotización que las del contrato de futuros subyacente.

1.9. Ejercicio: El contrato de opciones se podrá ejercer en cualquier día hábil hasta el último día

de negociación, mediante instrucción por parte del titular de la opción a la Cámara de Compensación.

1.9.1. Ejercicio Automático: En ausencia de una instrucción en contrario entregada a la Cámara

Compensadora antes de la finalización de su negociación, todo contrato de opciones con valor intrínseco será ejercido en forma automática.

1.9.2. Asignación: Los avisos de ejercicio recibidos por la Cámara Compensadora serán asignados a

los vendedores en forma aleatoria.

1.10. Márgenes de garantía: Serán determinados por la Cámara Compensadora.

1.11. Supuestos no Previstos: Cualquier otro aspecto que no se encuentre cubierto en forma específica por las presentes disposiciones, será determinado de acuerdo al Reglamento

Operativo e Interno, el Estatuto del Mercado o las resoluciones que el Comité del Contrato o el Directorio puedan adoptar, en virtud de las facultades legales, estatutarias o reglamentarias que se encuentren en vigencia.

1.12. Emergencia: Si el Presidente del Directorio y la Gerencia en forma conjunta o el Comité del Contrato estimaren que el procedimiento de liquidación de cualquier serie, o cualquier otro aspecto de la negociación del contrato podría ser afectado por hechos o resoluciones del

gobierno, de la autoridad de supervisión, de otros organismos o por casos extraordinarios, fortuitos o de fuerza mayor, citarán, en el momento, a una reunión especial del Comité del Contrato o del Directorio y expondrán sobre las condiciones de emergencia. Si el Comité del Contrato o el Directorio determinan que existe una emergencia, se tomarán las resoluciones que consideren apropiadas para preservar o restaurar el normal funcionamiento o continuidad de la negociación del contrato y/o salvaguardar los intereses de los participantes y la normalización, continuidad y subsistencia del mercado y la decisión será efectiva, final y definitiva respecto de todas las partes intervinientes en el contrato

Opciones Europeas sobre futuros

1. Contrato de Opciones sobre Futuros.

1.1. Activo subyacente: Serán los contratos de futuros con Liquidación por Diferencia de Precio,

tal como se define en el Reglamento Operativo e Interno, que cuenten con autorización de la Comisión Nacional de Valores (CNV) para su negociación en el ámbito de Matba Rofex, que

serán determinados por el Directorio del Mercado mediante Circular.

1.2. Tamaño del contrato: Será de un (1) Contrato de Futuros.

1.3. Moneda de negociación y Cotización: Serán iguales a las del contrato de futuros subyacente.

1.4. Series Disponibles: Se podrán listar series con vencimiento en cada uno de los meses del año.

1.5. Horario habilitado para la negociación: Será determinado por el Directorio del Mercado mediante Circular.

1.6. Vencimiento y Último día de negociación: Será igual al del contrato de futuros subyacente.

1.7. Variación mínima de precio: La variación mínima de precio será informada por Circular del Mercado.

1.8. Precios de ejercicio: Los precios de ejercicio serán expresados en la misma moneda de negociación y cotización que las del contrato de futuros subyacente.

1.9. Ejercicio: El contrato de opciones se podrá ejercer únicamente en la fecha de vencimiento.

1.9.1. Ejercicio Automático: En ausencia de una instrucción en contrario entregada a la Cámara

Compensadora antes de la finalización de su negociación, todo contrato de opciones con valor intrínseco será ejercido en forma automática.

1.9.2. Asignación: Los avisos de ejercicio recibidos por la Cámara Compensadora serán asignados a

los vendedores en forma aleatoria.

1.10. Márgenes de garantía: Serán determinados por la Cámara Compensadora.

1.11. Supuestos no Previstos: Cualquier otro aspecto que no se encuentre cubierto en forma específica por las presentes disposiciones, será determinado de acuerdo al Reglamento Operativo e Interno, el Estatuto del Mercado o las resoluciones que el Comité del Contrato o el Directorio puedan adoptar, en virtud de las facultades legales, estatutarias o reglamentarias que se encuentren en vigencia.

1.12. Emergencia: Si el presidente del Directorio y la Gerencia en forma conjunta o el Comité del

Contrato estimaren que el procedimiento de liquidación de cualquier serie, o cualquier otro aspecto de la negociación del contrato podría ser afectado por hechos o resoluciones del gobierno, de la autoridad de supervisión, de otros organismos o por casos extraordinarios, fortuitos o de fuerza mayor, citarán, en el momento, a una reunión especial del Comité del Contrato o del Directorio y expondrán sobre las condiciones de emergencia. Si el Comité del Contrato o el Directorio determinan que existe una emergencia, se tomarán las resoluciones que consideren apropiadas para preservar o restaurar el normal funcionamiento o continuidad de la negociación del contrato y/o salvaguardar los intereses de los participantes y la normalización, continuidad y subsistencia del mercado y la decisión será efectiva, final y definitiva respecto de todas las partes intervinientes en el contrato.

Planilla de trabajo

Dia	T	Future Price	Delta	Posicion lanzada	Rebalanceo	Cobertura	Precio 0,10%	Precio 0,25%	Precio 0,5%	Precio 0,75%	Precio 1%	Costos de transaccion					
												0%	0,10%	0,25%	0,50%	0,75%	1,0%

Planilla de trabajo

Para generar las simulaciones, el punto de partida es una planilla que contenga todos los datos necesarios para llegar al resultado de la estrategia. Una vez lograda esta hoja de trabajo podemos ir variando los 5000 precios posibles y acumular los resultados. Después como quiero observar el efecto con distintos rebalancesos, la planilla va a ir variando en sus líneas ya que si es una frecuencia diaria van a ser 126 operaciones y si es dos por semana se reduce a 63 operaciones. Otra modificación es la volatilidad residual, aquí el cambio se produce en la volatilidad implícita, ya que a la volatilidad histórica la consideramos como dato fijo, por ejemplo, Volatilidad realizada 15% con residual del 3%, la implícita es del 18%. Si aumentamos la residual a 5%, la implícita sube a 20%.)

Otro variable que le aplico al modelo son escenarios con cuatro volatilidades distintas (15%; 20%, 25% y 30%) para observar los efectos que producen y como puede o no afectar a los resultados.

Los datos que contiene la planilla de trabajo son los siguientes

- Columna día, nos hace referencia al día que estamos atravesando dentro los 126 días que dura la estrategia, hay que tener en cuenta los días que van a aparecer en la planilla son cuando realizamos los rebalancesos.
- Columna T, medido en días al vencimiento de la opción sobre los 252 días que considero tiene el año.
- Future Price, en esta columna se encuentra los precios simulados, cada vez que generemos una simulación los precios se extraen de las 5000 listas de precios. La generación de estos precios futuros se llevó cabo a raíz de la siguiente formula

$$S_t = S_0 \times e^{(\sigma \sqrt{\Delta t} N(0,1))}$$

So es nuestro primer valor que será 100

La volatilidad la representamos con σ , este va a ser representado en nuestros 4 escenarios (15%, 20%, 25% y 30%)

La raíz cuadrada de Δt es el lapso para la generación del nuevo precio, las listas son diarias ya que los precios van a estar a existir al margen de cuando me haga el rebalanceo, el valor es 0,004 ya que es el resultado de $1/252$

$N(0,1)$ la distribución normal de números aleatorios, este es el primer calculo que genere, para el cual obtuve 126 filas de números aleatorios por 5000 columnas y luego le calcule la Normal.

Por último, utilicé la formula y obtuve los precios futuros simulados

- Delta, nos va a indicar el cambio en el precio de la opción por cada pequeño cambio en el precio del activo subyacente. El cálculo se lleva a cabo a través de la fórmula de black scholes
- Posición lanzada, es nuestra posición, es decir, son las 100000 opciones lanzadas (por lo cual es negativa) por el valor de delta.
- Rebalanceo, teniendo en cuenta la posición anterior y el nuevo valor de delta, este rebalanceo nos marca si debemos agrandar o achicar nuestra posición de futuros.

- Cobertura es nuestra posición en futuros para alcanzar el delta neutral, el cálculo que es directo ya que el activo subyacente tiene un delta de 1 (en nuestro caso, es positivo por compramos)

Luego las columnas de precio con el porcentaje de bidask spread correspondiente

- Se generan para el cálculo de los precios futuros teniendo en cuenta estos costos de transacción y se calculan de la siguiente manera, vamos a utilizar como ejemplo el "Precio 0,5%", si el precio futuro es 100 y tengo que comprar no lo voy a hacer a 100 sino que mi precio es 100,50. En el caso de tener que vender no lo voy a poder vender a 100 sino que mi valor es 99,50. Como se puede observar tengo un bidask spread del 1%

Por último, tenemos 6 columnas que nos van a dar el acumulando los costos de los rebalancesos

- Obtienen su valor de multiplicar el valor del rebalanceo por la diferencia entre el precio de hoy menos el de ayer. La primera es sin los costos de transacción por eso considero los valores limpios (columna C) del precio futuro, en cambio las siguientes si tienen en cuenta los distintos porcentajes (Columna de H a L)

Una vez completada la planilla tenemos el delta hedge para los distintos costos de transacción. Ahora le debemos agregar el ingreso por prima y el resultado de la opción.

A modo de ejemplo y para que sea más fácil observar, muestro el resultado obtenido para el siguiente caso

Rebalanceo diario, Volatilidad realizada del 15% y residual del 3%

	0%	0,01%	0,250%	0,50%	0,75%	1,00%
Prima	507429,51	507429,51	507429,51	507429,51	507429,51	507429,51
Delta hedge	400138,26	372178,95	330240,00	260341,75	190443,50	120545,24
Res. opcion	-855862,64	-855862,64	-855862,64	-855862,64	-855862,64	-855862,64
Total	51705,12	23745,82	-18193,13	-88091,38	-157989,64	-227887,89

Luego se generan las 4999 simulaciones restantes; acumulamos los resultados para por último calcular la media y el desvío estándar para obtener lo siguiente:

	0,00%	0,10%	0,25%	0,50%	0,75%	1,00%
Media vol. Residual 3%	84772,27	47691,02	-7930,85	-100634	-193337	-286040
Desviación estándar	44245,69	41318,39	41639,53	53396,43	72867,46	95442,72

Por último, calculamos el sharpe ratio (que se obtiene haciendo la media sobre el desvio), en este caso:

	0,00%	0,10%	0,25%	0,50%	0,75%	1,00%
Vol. Residual 3%	1,92	1,15	-0,19	-1,88	-2,65	-3,00

Antes de pasar a la generación de planilla de resultados finales

Utilice otra hoja de trabajo que nos agrega información, la cual funciona de manera similar a la anterior, pero con el foco en las diferencias positivas o negativas que se producen a la largo de las simulaciones.

Siguiendo el ejemplo anterior llegaríamos a esto

	0%	0,01%	0,250%	0,50%	0,75%	1,00%
Dif. por cobertura	400138,26	372178,95	330240,00	260341,75	190443,50	120545,24

Con el claro objetivo de ver cómo reaccionan a los diferentes bidask spread y poder analizar los casos. Vamos acumulando los resultados de las simulaciones para luego calcular la media de la muestra.

	0%	0,01%	0,250%	0,50%	0,75%	1,00%
Dif. por cobertura	18509	-18572	-74194	-166897	-259600	-352303

Por último, para completar nuestra planilla de resultados finales, utilice un promedio del resultado de la opción al vencimiento, la manera de armarlo fue tomando los 5000 valores del día 126 y calculando la diferencia a nuestro valor de 100. Siempre multiplicando por la cantidad de opciones lanzadas.

Resultados de las simulaciones

Volatilidad Realizada 15%						
Volatilidad residual 3%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	507430	507430	507430	507430	507430	507430
Dif. x cobertura	18509	-18572	-74194	-166897	-259600	-352303
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	84772	47691	-7931	-100634	-193337	-286040
Desvio media	44246	41318	41640	53396	72867	95443
Sharpe ratio	1,92	1,15	-0,19	-1,88	-2,65	-3,00
Dos x semana						
Prima	507430	507430	507430	507430	507430	507430
Dif. x cobertura	18926	-6722	-45192	-109310	-173428	-237547
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	85189	59541	21071	-43048	-107166	-171284
Desvio media	55072	53983	55006	63117	76859	93788
Sharpe ratio	1,55	1,10	0,38	-0,68	-1,39	-1,83
Semanal						
Prima	507430	507430	507430	507430	507430	507430
Dif. x cobertura	19158	-1306	-32002	-83161	-134321	-185480
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	85420	64957	34261	-16898	-68058	-119217
Desvio media	63934	63151	63974	70317	81504	95854
Sharpe ratio	1,34	1,03	0,54	-0,24	-0,84	-1,24
Cada 2 semanas						
Prima	507430	507430	507430	507430	507430	507430
Dif. x cobertura	19504	5448	-15637	-50778	-85919	-121061
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	85767	71711	50626	15485	-19656	-54798
Desvio media	84042	83543	83992	87839	95110	105097
Sharpe ratio	1,02	0,86	0,60	0,18	-0,21	-0,52
Cada 3 semanas						
Prima	507430	507430	507430	507430	507430	507430
Dif. x cobertura	21026	11559	-2642	-26309	-49977	-73644
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	87289	77822	63621	39954	16286	-7381
Desvio media	121719	121632	122135	124636	129101	135335
Sharpe ratio	0,72	0,64	0,52	0,32	0,13	-0,05

Volatilidad Realizada 20%						
Volatilidad residual 3%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	648105	648105	648105	648105	648105	648105
Dif. x cobertura	38040	-121	-57363	-152766	-248170	-343573
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	84644	46483	-10759	-106163	-201566	-296969
Desvio media	53717	51391,51	52074,22	63211,46	82081,95	104580,1
Sharpe ratio	1,58	0,90	-0,21	-1,68	-2,46	-2,84
Dos x semana						
Prima	648105	648105	648105	648105	648105	648105
Dif. x cobertura	38637	12193	-27471	-93580	-159688	-225796
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	85240	58797	19132	-46976	-113084	-179192
Desvio media	69300	68667,12	69951,52	77550,51	90361	106519
Sharpe ratio	1,23	0,86	0,27	-0,61	-1,25	-1,68
Semanal						
Prima	648105	648105	648105	648105	648105	648105
Dif. x cobertura	38924	17832,03	-13805,9	-66535,9	-119266	-171996
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	85528	64436	32798	-19932	-72662	-125392
Desvio media	81618	81307	82496	88610	98995	112473
Sharpe ratio	1,05	0,79	0,40	-0,22	-0,73	-1,11
Cada 2 semanas						
Prima	648105	648105	648105	648105	648105	648105
Dif. x cobertura	39403	25093	3629	-32146	-67921	-103696
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	86007	71697	50232	14457	-21317	-57092
Desvio media	109219	108956	109550	113106	119599	128584
Sharpe ratio	0,79	0,66	0,46	0,13	-0,18	-0,44
Cada 3 semanas						
Prima	648105	648105	648105	648105	648105	648105
Dif. x cobertura	41411	31885	17596	-6218	-30032	-53846
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	88014	78489	64200	40386	16572	-7242
Desvio media	160608	160555	160987	163059	166758	171982
Sharpe ratio	0,55	0,49	0,40	0,25	0,10	-0,04

Volatilidad Realizada 25%						
Volatilidad residual 3%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	788578	788578	788578	788578	788578	788578
Dif. x cobertura	65030	26144	-32184	-129398	-226611	-323825
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	84499	45614	-12714	-109928	-207142	-304355
Desvio media	63644	61851	62869	73507	91668	113804
Sharpe ratio	1,33	0,74	-0,20	-1,50	-2,26	-2,67
Dos x semana						
Prima	788578	788578	788578	788578	788578	788578
Dif. x cobertura	65806	38831	-1633	-69071	-136510	-203948
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	85276	58300	17837	-49602	-117040	-184479
Desvio media	83976	83681	85174	92434	104499	119928
Sharpe ratio	1,02	0,70	0,21	-0,54	-1,12	-1,54
Semanal						
Prima	788578	788578	788578	788578	788578	788578
Dif. x cobertura	66142	44656	12427	-41287	-95001	-148715
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	85611	64126	31897	-21817	-75531	-129246
Desvio media	99704	99680	101066	106951	116677	129381
Sharpe ratio	0,86	0,64	0,32	-0,20	-0,65	-1,00
Cada 2 semanas						
Prima	788578	788578	788578	788578	788578	788578
Dif. x cobertura	66743	52272	30566	-5611	-41787	-77964
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	86213	71742	50036	13859	-22318	-58494
Desvio media	134720	134624	135334	138737	144734	153018
Sharpe ratio	0,64	0,53	0,37	0,10	-0,15	-0,38
Cada 3 semanas						
Prima	788578	788578	788578	788578	788578	788578
Dif. x cobertura	69208	59674	45373	21537	-2298	-26134
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	88678	79144	64842	41007	17171	-6664
Desvio media	199792	199755	200135	201924	205121	209662
Sharpe ratio	0,44	0,40	0,32	0,20	0,08	-0,03

Volatilidad Realizada 30%						
Volatilidad residual 3%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	928806	928806	928806	928806	928806	928806
Dif. x cobertura	99940	60518	1385	-97171	-195726	-294282
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	84339	44917	-14217	-112772	-211327	-309883
Desvio media	73887	72504,42	73762,13	83949,19	101385,9	123027,4
Sharpe ratio	1,14	0,62	-0,19	-1,34	-2,08	-2,52
Dos x semana						
Prima	928806	928806	928806	928806	928806	928806
Dif. x cobertura	100894	73535	32497	-35900	-104297	-172695
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	85293	57934	16896	-51501	-119898	-188296
Desvio media	98928,11	98903,99	100580,2	107631	119125,6	133924,7
Sharpe ratio	0,86	0,59	0,17	-0,48	-1,01	-1,41
Semanal						
Prima	928806	928806	928806	928806	928806	928806
Dif. x cobertura	101271	79511,98	46873,41	-7524,2	-61921,8	-116319
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	85670	63911	31272	-23125	-77523	-131921
Desvio media	118036	118228	119779	125560	134860	147013
Sharpe ratio	0,73	0,54	0,26	-0,18	-0,57	-0,90
Cada 2 semanas						
Prima	928806	928806	928806	928806	928806	928806
Dif. x cobertura	101979	87423	65588	29197	-7194	-43586
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	86378	71822	49987	13596	-22795	-59187
Desvio media	160417	160425	161195	164455	170054	177771
Sharpe ratio	0,54	0,45	0,31	0,08	-0,13	-0,33
Cada 3 semanas						
Prima	928806	928806	928806	928806	928806	928806
Dif. x cobertura	104866	95364	81111	57356	33601	9846
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	89265	79763	65510	41755	18000	-5755
Desvio media	239195	239140	239444	240974	243761	247762
Sharpe ratio	0,37	0,33	0,27	0,17	0,07	-0,02

Volatilidad Realizada 15%						
Volatilidad residual 5%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	563721	563721	563721	563721	563721	563721
Res.pos. Futuro	18841	-15892	-67991	-154822	-241654	-328485
Res. de la opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Media resultados delta hedge	141395	106663	54564	-32268	-119099	-205931
Desvio de la media	56078	52208	49391	53624	66729	84683
Sharpe ratio simplificado	2,52	2,04	1,10	-0,60	-1,78	-2,43
Dos x semana						
Prima	563721	563721	563721	563721	563721	563721
Res.pos. Futuro	19183	-4707	-40542	-100267	-159992	-219717
Res. de la opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Media resultados delta hedge	141738	117848	82013	22288	-37438	-97163
Desvio de la media	64912	62828	61729	65438	75024	88600
Sharpe ratio simplificado	2,18	1,88	1,33	0,34	-0,50	-1,10
Semanal						
Prima	563721	563721	563721	563721	563721	563721
Res.pos. Futuro	19440	319	-28361	-76162	-123962	-171763
Res. de la opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Media resultados delta hedge	141994	122874	94194	46393	-1408	-49208
Desvio de la media	72724	71019	70069	72864	80544	91892
Sharpe ratio simplificado	1,95	1,73	1,34	0,64	-0,02	-0,54
Cada 2 semanas						
Prima	563721	563721	563721	563721	563721	563721
Res.pos. Futuro	19738	6413	-13574	-46886	-80198	-113511
Res. de la opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Media resultados delta hedge	142293	128968	108980	75668	42356	9044
Desvio de la media	91042	89900	89203	90784	95615	103242
Sharpe ratio simplificado	1,56	1,43	1,22	0,83	0,44	0,09
Cada 3 semanas						
Prima	563721	563721	563721	563721	563721	563721
Res.pos. Futuro	21252,9	12121,8	-1574,8	-24402,5	-47230,2	-70057,9
Res. de la opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Media resultados delta hedge	143807	134676	120980	98152	75324	52497
Desvio de la media	126238	125853	125859	127419	130850	136009
Sharpe ratio simplificado	1,14	1,07	0,96	0,77	0,58	0,39

Volatilidad Realizada 20%						
Volatilidad residual 5%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	704321	704321	704321	704321	704321	704321
Dif. x cobertura	38425	2162	-52232	-142890	-233547	-324204
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	141244	104982	50587	-40070	-130727	-221384
Desvio media	64730	61099	58594	62943	75999	94207,28
Sharpe ratio	2,18	1,72	0,86	-0,64	-1,72	-2,35
Dos x semana						
Prima	704321	704321	704321	704321	704321	704321
Dif. x cobertura	38942	13933	-23582	-86107	-148631	-211156
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	141762	116752	79238	16713	-45811	-108336
Desvio media	78082	76457	75856	79759,8	88991,25	102115,3
Sharpe ratio	1,82	1,53	1,04	0,21	-0,51	-1,06
Semanal						
Prima	704321	704321	704321	704321	704321	704321
Dif. x cobertura	39261	19334	-10555	-60371	-110187	-160002
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	142080	122154	92265	42449	-7367	-57183
Desvio media	89371	88078	87566	90533	97840	108613
Sharpe ratio	1,59	1,39	1,05	0,47	-0,08	-0,53
Cada 2 semanas						
Prima	704321	704321	704321	704321	704321	704321
Dif. x cobertura	39686	25965	5382	-28923	-63227	-97532
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	142506	128784	108202	73897	39593	5288
Desvio media	115293	114433	114018	115670	120128	127097
Sharpe ratio	1,24	1,13	0,95	0,64	0,33	0,04
Cada 3 semanas						
Prima	704321	704321	704321	704321	704321	704321
Dif. x cobertura	41688	32429	18540	-4609	-27758	-50906
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	144508	135249	121359	98211	75062	51914
Desvio media	164363	164037	164031	165302	168138	172463
Sharpe ratio	0,88	0,82	0,74	0,59	0,45	0,30

Volatilidad Realizada 25%						
Volatilidad residual 5%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	844701	844701	844701	844701	844701	844701
Dif. x cobertura	65473	28139	-27861	-121194	-214527	-307860
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	141065	103732	47732	-45601	-138934	-232267
Desvio media	73703	70485	68463	72982	85729	103713
Sharpe ratio	1,91	1,47	0,70	-0,62	-1,62	-2,24
Dos x semana						
Prima	844701	844701	844701	844701	844701	844701
Dif. x cobertura	66167	40410	1773	-62621	-127015	-191409
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	141760	116002	77366	12972	-51422	-115816
Desvio media	91760	90524	90350	94487	103508	116282
Sharpe ratio	1,54	1,28	0,86	0,14	-0,50	-1,00
Semanal						
Prima	844701	844701	844701	844701	844701	844701
Dif. x cobertura	66539	46070	15367	-35805	-86978	-138150
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	142132	121663	90960	39787	-11385	-62557
Desvio media	106541	105615	105508	108717	115816	126150
Sharpe ratio	1,33	1,15	0,86	0,37	-0,10	-0,50
Cada 2 semanas						
Prima	844701	844701	844701	844701	844701	844701
Dif. x cobertura	67085	53157	32264	-2557	-37378	-72199
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	142678	128749	107857	73036	38214	3393
Desvio media	140036	139349	139095	140742	144889	151329
Sharpe ratio	1,02	0,92	0,78	0,52	0,26	0,02
Cada 3 semanas						
Prima	844701	844701	844701	844701	844701	844701
Dif. x cobertura	69548	60246	46293	23038	-218	-23473
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	145141	135839	121886	98630	75375	52120
Desvio media	202958	202655	202617	203660	206067	209790
Sharpe ratio	0,72	0,67	0,60	0,48	0,37	0,25

Volatilidad Realizada 30%						
Volatilidad residual 5%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	984819	984819	984819	984819	984819	984819
Dif. x cobertura	100450	62356	5214	-90022	-185259	-280495
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	140862	102767	45625	-49611	-144847	-240084
Desvio media	83037	80212	78625	83269	95659	113281
Sharpe ratio	1,70	1,28	0,58	-0,60	-1,51	-2,12
Dos x semana						
Prima	984819	984819	984819	984819	984819	984819
Dif. x cobertura	101321	75022	35572	-30178	-95927	-161676
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	141733	115433	75983	10234	-55515	-121265
Desvio media	105854,5	104935,8	105100,8	109411,7	118234,5	130658,3
Sharpe ratio	1,34	1,10	0,72	0,09	-0,47	-0,93
Semanal						
Prima	984819	984819	984819	984819	984819	984819
Dif. x cobertura	101738,2	80845,64	49506,76	-2724,71	-54956,2	-107188
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	142150	121257	89918	37687	-14545	-66776
Desvio media	124110	123527	123819	127361	134434	144520
Sharpe ratio	1,15	0,98	0,73	0,30	-0,11	-0,46
Cada 2 semanas						
Prima	984819	984819	984819	984819	984819	984819
Dif. x cobertura	102392	88329	67234	32076	-3082	-38239
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	142804	128740	107646	72488	37330	2172
Desvio media	165123	164597	164511	166235	170225	176326
Sharpe ratio	0,86	0,78	0,65	0,44	0,22	0,01
Cada 3 semanas						
Prima	984819	984819	984819	984819	984819	984819
Dif. x cobertura	105281	95987	82046	58811	35576	12340
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	145693	136399	122458	99222	75987	52752
Desvio media	241893	241584	241492	242326	244382	247631
Sharpe ratio	0,60	0,56	0,51	0,41	0,31	0,21

Volatilidad Realizada 15%						
Volatilidad residual 7%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	619985	619985	619985	619985	619985	619985
Dif. x cobertura	19144	-13471	-62393	-143931	-225468	-307006
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	197963	165348	116425	34888	-46650	-128188
Desvio media	68110	64130	60194	60071	67783	81125
Sharpe ratio	2,91	2,58	1,93	0,58	-0,69	-1,58
Dos x semana						
Prima	619985	619985	619985	619985	619985	619985
Dif. x cobertura	19425	-2968	-36557	-92538	-148520	-204502
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	198243	175851	142262	86280	30298	-25684
Desvio media	75517	72891	70509	71067	77071	87405
Sharpe ratio	2,63	2,41	2,02	1,21	0,39	-0,29
Semanal						
Prima	619985	619985	619985	619985	619985	619985
Dif. x cobertura	19697	1761	-25144	-69985	-114826	-159667
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	198515	180579	153674	108833	63992	19151
Desvio media	82415	80133	77984	78060	82631	91021
Sharpe ratio	2,41	2,25	1,97	1,39	0,77	0,21
Cada 2 semanas						
Prima	619985	619985	619985	619985	619985	619985
Dif. x cobertura	19962	7230	-11867	-43696	-75525	-107354
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	198780	186048	166951	135122	103293	71464
Desvio media	99030	97556	96204	96325	99383	105122
Sharpe ratio	2,01	1,91	1,74	1,40	1,04	0,68
Cada 3 semanas						
Prima	619985	619985	619985	619985	619985	619985
Dif. x cobertura	21474	12637	-618	-22710	-44802	-66895
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	200292	191455	178200	156108	134016	111924
Desvio media	131713	131134	130802	131686	134330	138634
Sharpe ratio	1,52	1,46	1,36	1,19	1,00	0,81

Volatilidad Realizada 20%						
Volatilidad residual 7%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	760502	760502	760502	760502	760502	760502
Dif. x cobertura	38792	4225	-47626	-134044	-220461	-306879
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	197793	163226	111375	24957	-61461	-147879
Desvio media	76796,63	72824,63	68950,82	68931,01	76743,26	90378,91
Sharpe ratio	2,58	2,24	1,62	0,36	-0,80	-1,64
Dos x semana						
Prima	760502	760502	760502	760502	760502	760502
Dif. x cobertura	39240	15500	-20109	-79458	-138807	-198156
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	198240	174501	138891	79543	20194	-39155
Desvio media	88296,97	86077,29	84239,46	85370,43	91497,68	101722,3
Sharpe ratio	2,25	2,03	1,65	0,93	0,22	-0,38
Semanal						
Prima	760502	760502	760502	760502	760502	760502
Dif. x cobertura	39580,77	20637,66	-7777,01	-55134,8	-102493	-149850
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	198581	179638	151224	103866	56508	9150
Desvio media	98546	96674	95066	95728	100450	108705
Sharpe ratio	2,02	1,86	1,59	1,09	0,56	0,08
Cada 2 semanas						
Prima	760502	760502	760502	760502	760502	760502
Dif. x cobertura	39965	26790	7029	-25907	-58843	-91779
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	198965	185791	166029	133094	100158	67222
Desvio media	122654	121350	120163	120289	123022	128196
Sharpe ratio	1,62	1,53	1,38	1,11	0,81	0,52
Cada 3 semanas						
Prima	760502	760502	760502	760502	760502	760502
Dif. x cobertura	41966	32949	19424	-3118	-25660	-48202
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	200966	191950	178424	155882	133340	110798
Desvio media	169174,7	168645,8	168304	168943,6	171076,4	174647,9
Sharpe ratio	1,19	1,14	1,06	0,92	0,78	0,63

Volatilidad Realizada 25%						
Volatilidad residual 7%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	900782	900782	900782	900782	900782	900782
Dif. x cobertura	65906	30048	-23740	-113387	-203034	-292680
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	197580	161721	107933	18286	-71360	-161007
Desvio media	85364	81559,65	77962,89	78308,97	86309,46	100146
Sharpe ratio	2,31	1,98	1,38	0,23	-0,83	-1,61
Dos x semana						
Prima	900782	900782	900782	900782	900782	900782
Dif. x cobertura	66526	41858	4856	-56813	-118483	-180153
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	198199	173532	136530	74860	13191	-48479
Desvio media	101309	99479	98144	99790	106025	116111
Sharpe ratio	1,96	1,74	1,39	0,75	0,12	-0,42
Semanal						
Prima	900782	900782	900782	900782	900782	900782
Dif. x cobertura	66926	47309	17884	-31158	-80200	-129242
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	198600	178983	149558	100516	51473	2431
Desvio media	115020	113522	112395	113575	118448	126587
Sharpe ratio	1,73	1,58	1,33	0,89	0,43	0,02
Cada 2 semanas						
Prima	900782	900782	900782	900782	900782	900782
Dif. x cobertura	67427	53946	33725	24	-33678	-67379
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	199100	185619	165399	131697	97996	64294
Desvio media	146724	145633	144696	145028	147703	152600
Sharpe ratio	1,36	1,27	1,14	0,91	0,66	0,42
Cada 3 semanas						
Prima	900782	900782	900782	900782	900782	900782
Dif. x cobertura	69892	60788	47132	24373	1613	-21146
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	201565	192461	178806	156046	133287	110528
Desvio media	207169	206680	206342	206836	208642	211726
Sharpe ratio	0,97	0,93	0,87	0,75	0,64	0,52

Volatilidad Realizada 30%						
Volatilidad residual 7%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	1040782	1040782	1040782	1040782	1040782	1040782
Dif. x cobertura	100956	64126	8879	-83198	-175275	-267352
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	197331	160501	105254	13177	-78900	-170977
Desvio media	94115	90549,55	87284,89	87959,4	95980,89	109750,1
Sharpe ratio	2,10	1,77	1,21	0,15	-0,82	-1,56
Dos x semana						
Prima	1040782	1040782	1040782	1040782	1040782	1040782
Dif. x cobertura	101750	76442	38482	-24786	-88054	-151322
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	198125	172817	134857	71589	8321	-54947
Desvio media	114685,8	113154,2	112201,5	114256,4	120618,8	130660,8
Sharpe ratio	1,73	1,53	1,20	0,63	0,07	-0,42
Semanal						
Prima	1040782	1040782	1040782	1040782	1040782	1040782
Dif. x cobertura	102200,2	82120,11	52000,03	1799,909	-48400,2	-98600,3
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	198575	178495	148375	98175	47975	-2225
Desvio media	131893	130658	129858	131361	136284	144279
Sharpe ratio	1,51	1,37	1,14	0,75	0,35	-0,02
Cada 2 semanas						
Prima	1040782	1040782	1040782	1040782	1040782	1040782
Dif. x cobertura	102807	89137	68633	34459	284	-33890
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	199182	185512	165008	130834	96659	62485
Desvio media	171196	170267	169521	170020	172674	177386
Sharpe ratio	1,16	1,09	0,97	0,77	0,56	0,35
Cada 3 semanas						
Prima	1040782	1040782	1040782	1040782	1040782	1040782
Dif. x cobertura	105702	96578	82892	60082	37272	14462
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	202078	192953	179267	156457	133647	110837
Desvio media	245590	245105	244732	245064	246579	249257
Sharpe ratio	0,82	0,79	0,73	0,64	0,54	0,44

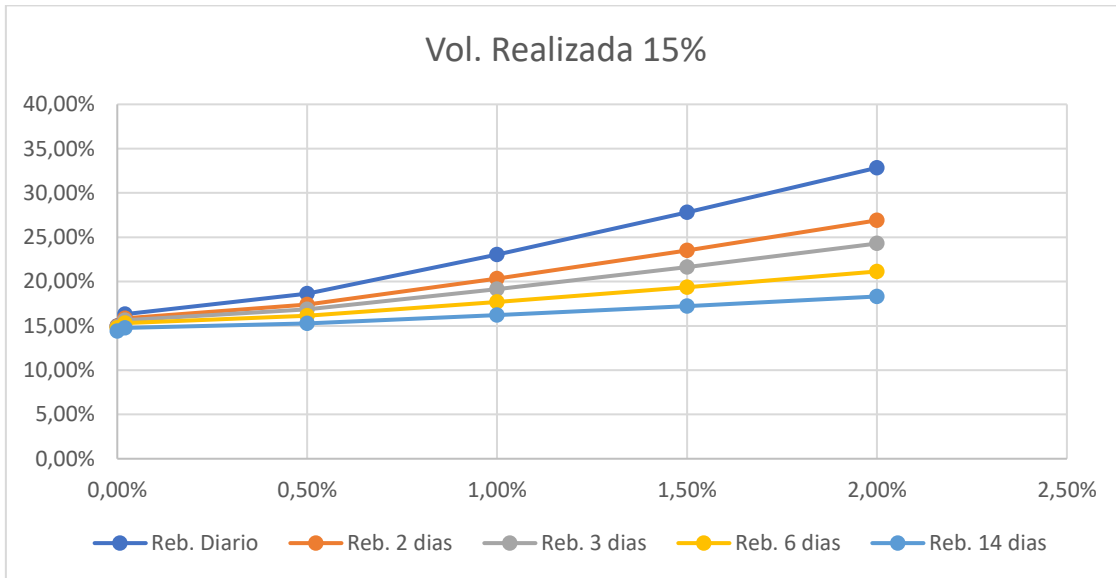
Volatilidad Realizada 15%						
Volatilidad residual 9%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	676217	676217	676217	676217	676217	676217
Dif. x cobertura	19421	-11255	-57270	-133961	-210652	-287343
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	254472	223796	177781	101090	24399	-52292
Desvio media	79534	75712	71504	69297	73440	82986
Sharpe ratio	3,20	2,96	2,49	1,46	0,33	-0,63
Dos x semana						
Prima	676217	676217	676217	676217	676217	676217
Dif. x cobertura	19650	-1406	-32991	-85632	-138274	-190915
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	254701	233645	202060	149418	96777	44135
Desvio media	85938	83039	79928	78428	81685	89182
Sharpe ratio	2,96	2,81	2,53	1,91	1,18	0,49
Semanal						
Prima	676217	676217	676217	676217	676217	676217
Dif. x cobertura	19932	2960	-22498	-64928	-107359	-149789
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	254983	238011	212552	170122	127692	85262
Desvio media	92109	89536	86702	84983	87170	92989
Sharpe ratio	2,77	2,66	2,45	2,00	1,46	0,92
Cada 2 semanas						
Prima	676217	676217	676217	676217	676217	676217
Dif. x cobertura	20176	7961	-10362	-40901	-71439	-101977
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	255227	243011	224688	194150	163612	133074
Desvio media	107258	105627	103917	103129	104952	109255
Sharpe ratio	2,38	2,30	2,16	1,88	1,56	1,22
Cada 3 semanas						
Prima	676217	676217	676217	676217	676217	676217
Dif. x cobertura	21684,8	13097,3	216,0	-21252,9	-42721,7	-64190,5
Resultado opcion	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167	-441167
Total	256736	248148	235267	213798	192329	170860
Desvio media	137633	136949	136421	136876	138981	142664
Sharpe ratio	1,87	1,81	1,72	1,56	1,38	1,20

Volatilidad Realizada 20%						
Volatilidad residual 9%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	816645	816645	816645	816645	816645	816645
Dif. x cobertura	39141	6177	-43268	-125678	-208087	-290496
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	254285	221321	171875	89466	7057	-75353
Desvio media	88853	84834	80389	77925	82004	91757
Sharpe ratio	2,86	2,61	2,14	1,15	0,09	-0,82
Dos x semana						
Prima	816645	816645	816645	816645	816645	816645
Dif. x cobertura	39527	16915	-17002	-73531	-130060	-186589
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	254670	232059	198141	141612	85083	28554
Desvio media	98927	96333	93665	92752	96311	103885
Sharpe ratio	2,57	2,41	2,12	1,53	0,88	0,27
Semanal						
Prima	816645	816645	816645	816645	816645	816645
Dif. x cobertura	39885	21848	-5206	-50296	-95386	-140476
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	255028	236992	209938	164848	119758	74668
Desvio media	108259	105960	103516	102314	104775	110654
Sharpe ratio	2,36	2,24	2,03	1,61	1,14	0,67
Cada 2 semanas						
Prima	816645	816645	816645	816645	816645	816645
Dif. x cobertura	40237	27495	8382	-23473	-55328	-87183
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	255381	242639	223526	191671	159816	127961
Desvio media	130656	129124	127504	126677	128219	132049
Sharpe ratio	1,95	1,88	1,75	1,51	1,25	0,97
Cada 3 semanas						
Prima	816645	816645	816645	816645	816645	816645
Dif. x cobertura	42240	33433	20223	-1793	-23809	-45825
Resultado opcion	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501	-601501
Total	257383	248577	235367	213351	191335	169319
Desvio media	174643	173985	173421	173623	175242	178241
Sharpe ratio	1,47	1,43	1,36	1,23	1,09	0,95

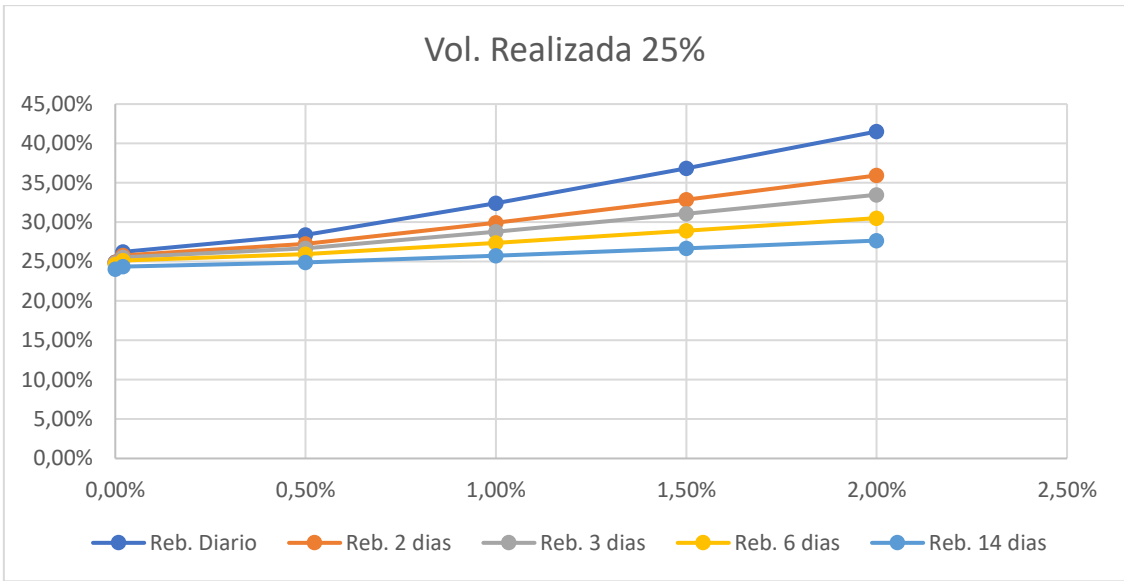
Volatilidad Realizada 25%						
Volatilidad residual 9%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	956818	956818	956818	956818	956818	956818
Dif. x cobertura	66328	31823	-19933	-106193	-192453	-278714
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	254037	219533	167777	81516	-4744	-91004
Desvio media	97506	93523	89175	86906	91153	101108
Sharpe ratio	2,61	2,35	1,88	0,94	-0,05	-0,90
Dos x semana						
Prima	956818	956818	956818	956818	956818	956818
Dif. x cobertura	66879	43208	7703	-51474	-110650	-169827
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	254589	230918	195412	136236	77059	17883
Desvio media	111689	109441	107271	107039	111019	118788
Sharpe ratio	2,28	2,11	1,82	1,27	0,69	0,15
Semanal						
Prima	956818	956818	956818	956818	956818	956818
Dif. x cobertura	67302	48459	20195	-26912	-74019	-121127
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	255012	236169	207905	160797	113690	66583
Desvio media	124373	122443	120520	120027	122937	129018
Sharpe ratio	2,05	1,93	1,73	1,34	0,92	0,52
Cada 2 semanas						
Prima	956818	956818	956818	956818	956818	956818
Dif. x cobertura	67765	54704	35111	2456	-30199	-62853
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	255475	242413	222820	190166	157511	124856
Desvio media	154261	152858	151384	150654	152100	155663
Sharpe ratio	1,66	1,59	1,47	1,26	1,04	0,80
Cada 3 semanas						
Prima	956818	956818	956818	956818	956818	956818
Dif. x cobertura	70236	61319	47944	25653	3362	-18930
Resultado opcion	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109	-769109
Total	257945	249029	235654	213363	191071	168780
Desvio media	212120	211481	210897	210932	212224	214751
Sharpe ratio	1,22	1,18	1,12	1,01	0,90	0,79

Volatilidad Realizada 30%						
Volatilidad residual 9%	Bid ask spread					
<u>Rebalanceo</u>	<u>0,0%</u>	<u>0,2%</u>	<u>0,50%</u>	<u>1,0%</u>	<u>1,50%</u>	<u>2,0%</u>
Diario						
Prima	1096694	1096694	1096694	1096694	1096694	1096694
Dif. x cobertura	101456	65816	12356	-76744	-165845	-254945
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	253743	218103	164643	75542	-13558	-102658
Desvio media	106047	102200,3	98093,69	96242,86	100831,5	111064,3
Sharpe ratio	2,39	2,13	1,68	0,78	-0,13	-0,92
Dos x semana						
Prima	1096694	1096694	1096694	1096694	1096694	1096694
Dif. x cobertura	102177	77742	41089	-19998	-81086	-142173
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	254464	230029	193376	132289	71201	10114
Desvio media	124611,6	122712,2	121029,1	121447	125825,4	133776
Sharpe ratio	2,04	1,87	1,60	1,09	0,57	0,08
Semanal						
Prima	1096694	1096694	1096694	1096694	1096694	1096694
Dif. x cobertura	102655,3	83257,26	54160,16	5664,984	-42830,2	-91325,4
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	254942	235544	206447	157952	109457	60962
Desvio media	140744	139119	137618	137687	140945	147182
Sharpe ratio	1,81	1,69	1,50	1,15	0,78	0,41
Cada 2 semanas						
Prima	1096694	1096694	1096694	1096694	1096694	1096694
Dif. x cobertura	103222	89913	69948	36674	3400	-29874
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	255509	242200	222235	188961	155687	122413
Desvio media	178214	176986	175736	175260	176805	180317
Sharpe ratio	1,43	1,37	1,26	1,08	0,88	0,68
Cada 3 semanas						
Prima	1096694	1096694	1096694	1096694	1096694	1096694
Dif. x cobertura	106128	97160	83709	61290	38870	16451
Resultado opcion	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407	-944407
Total	258415	249447	235995	213576	191157	168738
Desvio media	250048	249425	248832	248759	249829	252028
Sharpe ratio	1,03	1,00	0,95	0,86	0,77	0,67

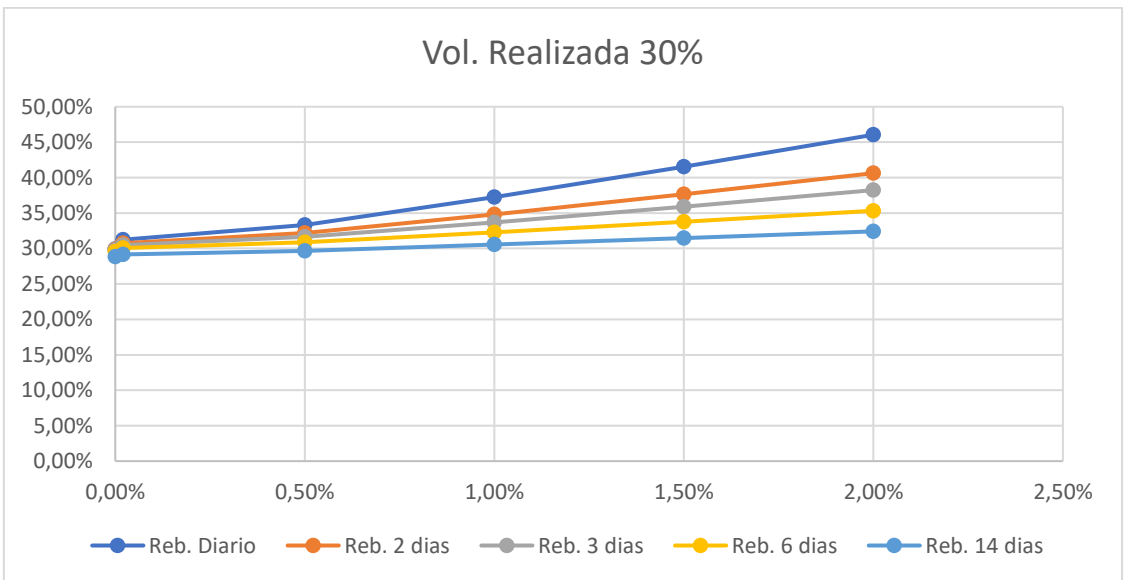
Volatilidades y costos de transacción



	Volatilidad realizada 15%					
	0,00%	0,02%	0,50%	1,00%	1,50%	2,00%
Reb. Diario	14,97%	16,31%	18,62%	23,02%	27,82%	32,84%
Reb. 2 días	14,93%	15,85%	17,41%	20,33%	23,53%	26,91%
Reb. 3 días	14,89%	15,62%	16,85%	19,13%	21,63%	24,29%
Reb. 6 días	14,78%	15,30%	16,14%	17,68%	19,36%	21,14%
Reb. 14 días	14,42%	14,75%	15,28%	16,22%	17,24%	18,31%



Volatilidad realizada 25%						
	0,00%	0,02%	0,50%	1,00%	1,50%	2,00%
Reb. Diario	24,95%	26,25%	28,40%	32,43%	36,84%	41,52%
Reb. 2 dias	24,89%	25,79%	27,25%	29,93%	32,84%	35,94%
Reb. 3 dias	24,81%	25,53%	26,69%	28,80%	31,07%	33,49%
Reb. 6 dias	24,64%	25,15%	25,95%	27,38%	28,91%	30,52%
Reb. 14 dias	24,03%	24,36%	24,87%	25,76%	26,70%	27,67%



	Volatilidad realizada 30%					
	0,00%	0,02%	0,50%	1,00%	1,50%	2,00%
Reb. Diario	29,94%	31,23%	33,34%	37,25%	41,52%	46,05%
Reb. 2 días	29,87%	30,76%	32,20%	34,81%	37,63%	40,63%
Reb. 3 días	29,77%	30,49%	31,64%	33,69%	35,90%	38,24%
Reb. 6 días	29,56%	30,07%	30,87%	32,27%	33,76%	35,33%
Reb. 14 días	28,84%	29,17%	29,68%	30,55%	31,47%	32,42%

Bibliografía

- John C. Hull (2014) *Introducción a los mercados de futuros y opciones*, Mexico, Pearson.
- German Marin; Mariano Pantanetti (2017), *Opciones Financieras*, Ediciones B.
- Prosper Lamothe Fernandez (2003), *Opciones financieras y productos estructurados*, España, MacGraw-Hill.
- Joseph Stampfli; Victor Goodman (2003), *Matemáticas para las finanzas*, Mexico, Thomson.
- Dan Passarelli (2008), *Trading option greeks*, New York, Bloomberg Press
- Estrategias de trading, “Notas técnicas sobre el cálculo de la volatilidad”. Descargado de <https://estrategiastrading.com/calcular-volatilidad/>
- Estrategias de trading, “3 razones para utilizar la rentabilidad logarítmica”. Descargado de <https://estrategiastrading.com/rentabilidad-logaritmica/>
- Estrategias de trading, “Ratio sharpe: Qué es y cómo interpretarlo”. Descargado de <https://estrategiastrading.com/ratio-sharpe/>
- Estrategias de trading, “Como medir un sistema de trading- lista de ratios para evaluar su rendimiento y su riesgo. Descargado de <https://estrategiastrading.com/ratios-para-evaluar-sistemas-de-trading/>
- Artur Sepp (1 de mayo de 2017), Blog de Artur Sepp “Como optimizar el comercio de volatilidad y las estrategias de cobertura delta bajo la cobertura discreta con costos de transacción”. Descargado de https://artursepp.com.translate.google/2017/05/01/how-to-optimize-volatility-trading-and-delta-hedging-strategies-under-the-discrete-hedging-with-transaction-costs/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es-419&x_tr_pto=nui,sc
- Rodrido Ricardo, Exnegocios “Cobertura delta”. Descargado de <https://exnegocios.com/cobertura-delta/#:~:text=la%20cobertura%20delta%20es%20una%20estrategia%20de%20opciones,cambios%20de%20volatilidad%20para%20un%20operador%20de%20opciones.>
- Ealde Business school (26 de agosto de 2020), “En que consiste el método de simulacion Montecarlo”. Descargado de <https://www.ealde.es/metodo-simulacion-monte-carlo/>
- NinjaTrader (1 de abril de 2019), “Opciones sobre futuros: ¿Qué contratos son mas activos?” Descargado de <https://ninjatrader.com/es/blog/options-on-futures-which-contracts-are-most-active/?msclkid=9ad35507aea211ec8e91ac785a98588f>
- Oficina riesgo agropecuario, “Información sobre cobertura de precios. Tipos de contratos”. Descargado de http://www.ora.gob.ar/riesgo_mercado_manejo_informacion.php?msclkid=2361c642af6911eca35a60881b6efe83
- MatbaRofex(Septiembre 2023), “Mercado en números”. Descargado de [Informe Mensual Agro | Matba-Rofex \(matbarofex.com.ar\)](Informe Mensual Agro | Matba-Rofex (matbarofex.com.ar))
- CYTA, “Mercado de futuros y opciones conceptos básicos”. Descargado de http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/mercados_futuros/futuros_opciones.htm?msclkid=e7bbd9c1af6311eca4911a2c4db2aeb1
- Dinerazo, “¿Qué es la cobertura dinámica?” Descargado de <https://dinerazo.info/que-es-la-cobertura-dinamica-dynamic-hedge/#:~:text=Que%20es%20la%20cobertura%20din%C3%A1mica%20%28d>

[ynamic%20hedge%29%20%3F,las%20opciones%20y%20los%20futuros%20c
omo%20sea%20necesario.](#)

- Economipedia, “Simulación Montecarlo”. Descargado de <https://economipedia.com/definiciones/simulacion-de-montecarlo.html>
- Admirals Market (2 de junio de 2022), “¿Qué significa Bid-ask spread?”. Descargado de <https://admiralmarkets.com/es/education/articles/forex-basics/bid-ask-spread-1>
- Glenn Curtis (14 de marzo de 2022), Investipedia, “Los fundamentos del diferencial de oferta y demanda”. Descargado de https://www.investopedia-com.translate.goog/trading/basics-of-the-bid-ask-spread/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419&_x_tr_pto=sc
- AprendeNIIIF.com, “Costos de transacción de un instrumento financiero”. Descargado de <https://aprendeniif.com/costos-de-transaccion-de-un-instrumento-financiero/#:~:text=Los%20costos%20de%20transacci%C3%B3n%20modifican%20el%20valor%20de,o%20disposici%C3%B3n%20de%20un%20activo%20o%20pasivo%20financiero.>
- Spiegato, “¿Qué es la cobertura dinámica?”. Descargado de <https://spiegato.com/es/que-es-la-cobertura-dinamica>