



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Económicas  
Escuela de Estudios de Posgrado



# **MAESTRÍA EN GESTIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DE RIESGOS**

Trabajo Final de Maestría

*Análisis de efectos en el estrés cambiario  
mediante el comportamiento de la Volatilidad  
Implícita (2012-2016)*

**AUTOR: LIC. JUAN MARCELO VICENTE**

**DIRECTOR: DR. NICOLÁS BOTBOL**

**JUNIO  
2018**

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es lograr identificar los momentos de estrés cambiario, de forma anticipada, mediante el uso de ciertas herramientas cuantitativas. Es de esperar, que toda esperanza matemática aplicada a la identificación de precios o comportamientos futuros de ser encontrados, puedan condensar información sobre el valor futuro u otras métricas de opciones financieras, dado que se trata de instrumentos forward looking. De aquí la necesidad de inmiscuirse en los detalles técnicos y matemáticos que el tratamiento de modelos basados en modelado de precios con opciones involucra. Entre estos modelos distinguimos el estudio de las volatilidades implícitas sobre opciones, y las construcciones de funciones de densidad de precios del subyacente (que en este caso será medio para modelar el valor esperado de la divisa) a partir de comparar densidades de precios del mismo activo subyacente que opera simultáneamente en Mercados de Valores de diferente país.

Se pretende poner de manifiesto la existencia de información relevante en el proceso de la formación de precio haciendo uso de modelos cuantitativos, exponiendo la estimación de variables capaces de individualizar la sensibilidad del comportamiento de activos subyacentes producto del análisis conjunto realizado sobre cotizaciones de estos y el precio de sus derivados.

Para dar tratamiento al tema, fue seleccionado un periodo temporal que permitiera dar por sustentada la premisa establecida en el primer párrafo, individualizando activos con cotización en plazas bursátiles de países distintos de modo que las monedas utilizadas en la cancelación de la compra-venta del instrumento sean diferentes. El período de estudio, junio 2012 - abril 2016, fue seleccionado considerando momentos claves de estrés cambiario, contemplando distintos motivos de dichas tensiones producto de oferta y demanda (inicio del cepo, restricciones parciales, limitantes incrementales dentro del período de cepo y liberación del mismo).

Se pretende constatar, si los sentimientos o percepciones de los inversores difieren de una plaza (mercado de negociación) a otra, a pesar de que las cotizaciones observadas se correspondan con el mismo activo transado, en un espacio temporal coincidente. En tal sentido, si las percepciones no fueran homogéneas, debería poder ser obtenida evidencia sobre la existencia de influencia directa de la percepción de los inversores sobre el tipo de cambio desdoblado denominado bolsa. Esto se obtendrá comparando las volatilidades

implícitas del subyacente en ambas monedas con su volatilidad histórica, luego avanzando sobre todos los momentos de la distribución de precios comparando las funciones de densidad de precios del mismo subyacente en ambas monedas obtenidas a partir de los precios de sus opciones.

Palabras Claves: Estrés Cambiario, Volatilidad Implícita, Funciones de densidad de precios a partir de Derivados

# INDICE

RESUMEN.....	2
INTRODUCCION.....	6
CAPITULO 1 .....	11
1.1. CONTRATOS DE OPCIONES Y MODELOS DE VALUACION.....	11
1.1.1. Definiciones .....	11
1.1.2. Factores que influyen en el precio de la Opción .....	12
1.1.3. Contexto de Análisis .....	14
1.1.4. Características del entorno de Negociación .....	15
1.2 MODELO DE PRECIO DE OPCIONES DE BLACK-SCHOLES-MERTON .....	17
1.2.1. Desarrollo del Modelo de Black – Scholes .....	17
1.2.2. Aplicación del Lema de Ito en la solución de la ecuación diferencial de BSM.....	18
1.2.3. Solución de la ecuación de Black-Scholes .....	22
1.2.4. Supuestos subyacentes en el modelo de Black-Scholes .....	23
CAPITULO 2 .....	26
VOLATILIDAD IMPLÍCITA .....	26
2.1. Conceptos.....	26
2.2. Predicción De La Función De Densidad.....	31
2.3. Calibración del Modelo en Mercado de escasa Liquidez.....	35
CAPITULO 3 .....	42
APLICACIÓN DEL MODELO.....	42
3.1. Presentación De Resultados .....	42
3.2. Expectativas captadas por las modas utilizadas como proxy en la determinación del tipo de cambio y su efectividad en el pronóstico.....	47
CAPITULO 4 .....	52
REFLEXIONES FINALES.....	52
4.1. Conclusión.....	52
4.2. Trabajo de Investigación a futuro.....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	56
GLOSARIO.....	59
ANEXO.....	61
CODIGOS FUENTES DESARROLLADOS .....	61
- Obtención de parámetros y cálculo de las RND Activo Local.....	61
- Obtención de parámetros y cálculo de las RND Activo Foraneo .....	70

- Vuelve los datos a cero para reproceso de tablas .....	79
- Genera el Merge de resultados de cálculos entre Tablas .....	80

## INTRODUCCION

A lo largo del presente trabajo el lector podrá tomar conocimiento suficiente sobre las herramientas cuantitativas aplicadas a la detección de señales de estrés cambiario a partir de estudiar los momentos de las distribuciones de precios de un mismo activo subyacente que cotiza simultáneamente en bolsas de diferentes países (ARG/USA). Las monedas en cuestión resultarán el Peso como moneda local y el dólar Cot. Bolsa, el cual estaba estrechamente vinculado al valor del USD en el mercado informal, como moneda cuyo comportamiento se pretende explicar. En primera medida, parece claro que si el precio esperado del subyacente PBR (PETROLEO BRASIL/ADR), por ejemplo, proyecta un alza del 10% en moneda local (cotizando como APBR.BA) y 5% en divisa de plaza foránea (cotizando como PBR.NY) a una determinada fecha; el spread de rendimientos se corresponde con las expectativas de los agentes de mercado sobre la depreciación de la divisa implícita hasta esa fecha.

Es de destacar a este momento que no fueron considerados para el análisis las operaciones realizadas en los mercados de Futuros de MAE y ROFEX dado que los mismos contaban con una fuerte intervención del Banco Central de la República Argentina BCRA con cotizaciones desarbitradas con otros mercados<sup>1</sup>.

Para alcanzar este primer compromiso, se expondrá el desarrollo de la fórmula de Black, Scholes y Merton, con el propósito de poner en evidencia las virtudes y limitantes del modelo, continuando a posteriori con la puesta en consideración del comportamiento de la Volatilidad Implícita como variable explicativa entre el valor teórico de la opción y el valor de mercado. El desarrollo de lo mencionado precedentemente será expuesto en el Capítulo 1.

Abordaré luego el desarrollo de la temática Volatilidad Implícita, serán expuestos algunos argumentos que permitirán comprender los motivos de la selección del modelo de forma tal que permitiera el pronóstico del comportamiento de esta en un mercado de escasa liquidez. A continuación, con el propósito de obtener información comparativa tendiente a la identificación de diferencias en las percepciones de los inversores, se introducirán conceptos relacionados con la Densidad Neutral al Riesgo. Dichos conceptos serán

---

<sup>1</sup> Como se refiere en Cinco claves para entender la causa por las ventas de Dólar Futuro. (13 de mayo de 2016). El Cronista. <https://www.cronista.com/economiapolitica/Cinco-claves-para-entender-la-causa-por-las-ventas-de-dolar-futuro-20160513-0112.html>

expuestos en el Capítulo 2, profundizando los modelos y su aplicación contextual en capítulos precedentes.

A través de la aplicación de herramientas de cálculo cuantitativo, se pretenderá identificar la existencia de información en relación con el sentimiento de los inversores con una variable, definida para el presente trabajo como la variación del tipo de cambio implícito en la cotización bursátil correspondiente al mismo activo que cotizan simultáneamente en plazas bursátiles de diferente país, los cálculos y las limitantes abordadas durante la aplicación del modelo serán expuestos en el Capítulo 3 y 4.

Una vez aislada dicha información, y con un sentido más ambicioso, se propondrá el uso de la misma con el objetivo de explicar el comportamiento de la variable tipo de cambio implícita en la transacción, realizando foco en su comportamiento futuro, se pretenderá obtener información sobre la estimación del precio a la fecha de vencimiento de un contrato de opciones. La información correspondiente a los resultados de aplicación de los cálculos formales se expone con mayor grado de desarrollo en el Capítulo 4.

Para hacer uso de las herramientas matemáticas que proporcionan las finanzas cuantitativas mencionadas precedentemente, se escogió un escenario el cual se supone expuesto a eventos exógenos, identificándose como tales los hechos referidos a las limitantes de acceso al mercado libre oficial de cambio, que los inversores, ahorristas y público en general debieron afrontar principalmente entre los años 2012 y 2015.

Asumiré a su vez, que estas restricciones colocan a los participantes de intercambio de monedas diferentes a las de curso legal en la situación de movilizarse a través de otros instrumentos que les permitan alcanzar sus objetivos de cobertura o tenencia especulativa. He considerado las restricciones mencionadas como un evento exógeno relevante, dado que el hecho de querer posicionar ahorros en una moneda diferente a la de curso legal no es un hecho caprichoso ni circunstancial, es un mecanismo de defensa, casi intuitivo para la mayoría de los ciudadanos argentinos. De Gregorio (2006) demuestra empíricamente que en el largo plazo efectivamente tiende a haber mayor estabilidad en los tipos de cambio reales, es decir hay mayor paralelismo entre inflación y depreciación del tipo de cambio. Al menos, las desviaciones son mucho menores que en el corto plazo lo que sugeriría una tendencia hacia la paridad de poder de compra en el largo plazo.

El alcance del presente trabajo quedará restringido a lo expuesto precedentemente, lo que implica evitar profundizar sobre teorías aplicadas a psicología de conducta para la toma de decisiones, sin embargo, debo mencionar que los procesos de formación de precio son

resultados de decisiones en un entorno donde las experiencias juegan un rol circunstancial, que en ocasiones existen estrategias con objetivos deliberados y en otras son producto de algún impulso apartado del razonamiento lógico.

Los intercambios de activos en periodos en los que se suceden crisis suelen traer aparejados incrementos en los volúmenes de transacción, generalmente estos momentos también están asociados a extremos de cotizaciones, máximos y mínimos de precios. Los incrementos de transacciones son identificables por el apartamiento en positivo de los volúmenes que normalmente son operados, estos eventos son fácilmente visibles en un mercado de escasa liquidez como lo fue el mercado argentino durante el periodo escogido. Las transacciones de compra o venta pueden transformarse en estrategias complejas donde en ocasiones para lograr el desarme de una posición es necesario realizar compras en simultáneo.

También suelen presentarse estos movimientos cuando los inversores se comportan en bloque con el propósito de preservar rentabilidades o dar cobertura a sus posiciones de descubierto, lo que también genera excesos al momento de la adquisición de los activos o cuando se decide el desarme de las posiciones compradas. En estas circunstancias es cuando se observan rallies de precios, gente dispuesta a pagar por activos que muy pocos quieren entregar o bien gente dispuesta a entregar activos que nadie está dispuesto a comprar. En estos extremos es donde comúnmente se compensan energías, donde se encuentra un nuevo balance de ideas, desde donde surge y se desarrolla una nueva tendencia.

Los comentarios anteriormente vertidos tienen como origen la observación de conductas durante mis años de trader en el mercado de acciones, con la intención de identificar criterios que fueran capaces de dar interpretación a estos mecanismos, comencé a indagar sobre los procesos relacionados con la toma de decisiones, fue entonces que descubrí la existencia de una rama de la psicología con interés claro en revelar los porqué de las citadas interacciones entre decisiones y racionalidad, Kahneman, Slovic, y Tversky (1982) identificaron que cuando los individuos se enfrentan a un juicio complejo como una probabilidad estadística, frecuencia o información incompleta, muchos de ellos utilizan un número limitado de métodos interactivos de resolución (heurísticos) que reducen la decisión a una tarea más simple.

Todos los procesos de decisión complejos por sí, necesitan un aporte de energía adicional que nuestras mentes no siempre están dispuestas a entregar, ello lleva a procesos de

decisión espontáneos (irracionales); temas extensamente desarrollados por [Kahneman, D. \(2011\)](#).

Lo puesto en manifiesto con anterioridad, es el disparador de la hipótesis principal de trabajo, la puesta en evidencia de la existencia de información relevante para la identificación de la conducta asociada a una tendencia en el proceso de la formación de precio, llevará a realizar los cálculos de Volatilidad Implícita y Densidad Neutral al Riesgo sobre un activo que cotiza simultáneamente en plazas diferentes, Buenos Aires y NYSE, por condiciones de negociación de cada mercado, una de las cotizaciones estará expresada en moneda pesos y otra en dólares, lo que dará lugar a los desarrollos presentados en el Capítulo 4. Uno de los activos, será entonces un certificado de depósito del otro y la única variable de conversión está dada por el tipo de cambio implícito y un factor fijo de representación de acciones por certificado de depósito (ADR) cotizante.

Consecuentemente, es de destacar que si la cotización del activo en el exterior tiene asociado un comportamiento diferente en tendencia o volatilidad a la del activo local, el hecho impactará en la determinación de la variable de conversión Tipo de cambio implícito (dólar bolsa), de otra forma surgirían oportunidades de arbitraje a ser concertadas por inversores con posiciones en ambas plazas, entonces, si se identificaran distorsiones entre las expectativas de los inversores sobre el comportamiento del subyacente y su respectivo certificado de depósito podría ser inferido que dicha conducta estuviera determinada por percepciones sobre variaciones en la variable tipo de cambio implícito en la conversión.

El marco temporal escogido contempla el periodo que abarca desde junio 2012 a abril 2016, escenario en el cual coexistieron factores que aportaron a los mercados dinámicas de interés. Este período de estudio se fraccionó en dos estadios con el propósito de identificar efectos divergentes o distorsionantes de la variable dólar bolsa. Para el primer período me enfocado a datos muestrales obtenidos sobre el segundo semestre del año 2012, donde se promulgaron resoluciones y decretos limitando el acceso libre a operaciones para la compra de divisa norteamericana.

En el periodo comprendido entre los meses de febrero a junio 2014, se adicionan restricciones tras aplicándose retenciones del 20% a compras realizadas en el exterior, por tal motivo el periodo mencionado será considerado escenario de análisis.

Es de esperar para el periodo 2014, identificar distorsiones en la variable tipo de cambio implícito en la relación de certificado de depósito y el activo que representa, dado que

como reflejo de estas restricciones el spread entre la cotización oficial y la del dólar bolsa se incrementó en los meses que van de agosto a octubre 2014.

El segundo espacio muestral se relacionará con el período que se denominó como Post-Cepo, período comprendido entre el 16 de diciembre de 2015 hasta el 31 de marzo de 2016, donde se realizará el mismo tipo de evaluación, revisando los comparativos de comportamiento entre las observaciones de las Distribuciones Neutrales al Riesgo y la consecuente respuesta del mercado.

La pregunta que surge en esta instancia está relacionada con que si esta lectura de percepciones será suficiente como para la anticipación del comportamiento del tipo de cambio o un cambio de tendencia del subyacente. De la interpretación de los resultados presentados surge, además de problemáticas asociadas a la liquidez y formación de precios características de las plazas seleccionadas, evidencia que puede ser asociada a la capacidad predictiva del modelo, a su vez, en contraposición también pudieron ser identificados comportamientos susceptibles a ser investigados en un futuro.

# CAPITULO 1

## 1.1. CONTRATOS DE OPCIONES Y MODELOS DE VALUACION

En este capítulo abordaremos la descripción de las herramientas financieras y matemáticas necesarias para poder avanzar con la construcción de curvas de volatilidad implícita y su análisis para posteriormente obtener las funciones de densidad que utilizaremos en el próximo capítulo. Recordemos que tanto la primera como la segunda parte se construyen a partir de los desarrollos teóricos de los modelos de valuación de opciones dichos modelos serán presentados y explicados en este capítulo.

### 1.1.1. Definiciones

La década de 1970 y principalmente tomando como origen la presentación de los trabajos de Black, Scholes (BS) y Merton (BSM), se caracterizó por dar impulso al desarrollo de modelos de gran utilidad para la estimación del precio correspondiente a derivados simples y complejos. En sus trabajos, BS lograron modelar el precio de una opción del tipo call vainilla europeo mediante la propuesta de una Ecuación Diferencial Estocástica (EDE), la primera solución propuesta por BS contemplaba la aplicación de una tasa de descuento bajo los supuestos del modelo de valuación de activos financieros, en sus siglas en ingles CAPM, el cual aportaba complejidad a la resolución. El aporte de Merton (M) consistió en ser más generalista, proponiendo un enfoque de solución diferente al de BS utilizando una cartera libre de riesgo compuesta por la opción y acciones subyacentes, argumentando que el rendimiento de la cartera para un periodo breve de tiempo debe ser igual al del rendimiento de un activo libre de riesgo, fue con este aporte que se pudo derivar a una formula cerrada para la determinación del precio de la opción. [Hull, J.C. \(2015\).](#)

Una opción es un instrumento con la característica de que su cotización depende del comportamiento de precio de otro activo conocido, el cual será identificado con el nombre de subyacente, estos tipos de contratos cuentan a su vez con una fecha de maduración estipulada (fecha en la que se extingue el derecho de acrecer).

Estos contratos, podrían en función a la aplicación que su tenedor pretenda, ser definidos como herramientas de cobertura o apalancamiento, aunque actualmente están siendo

considerados principalmente por los grandes bancos de inversión como una herramienta a través de la cual negociar volatilidad.

A través de estos contratos el comprador accede por medio del pago de una prima a un derecho de comprar el activo que le subyace (Call) o venderlo (Put), en una cantidad estandarizada de especies por lote a un precio determinado (Strike o Precio de ejercicio), este contrato tiene asociada una fecha de vencimiento o fecha de maduración (Fecha de Ejercicio).

Estos instrumentos, entre sus aplicaciones, permiten a los compradores la transferencia de riesgos, al acotar las pérdidas por movimiento en contrario del precio del subyacente, a la inversión realizada, la prima. En otro sentido, aquel que vende el derecho con posesión del subyacente tiene la posibilidad de obtener una renta asumiendo el riesgo de variación de precio del subyacente en contrario.

Según la capacidad que el comprador tiene de ejercer sus derechos en el tiempo de vida del contrato, las opciones pueden clasificarse principalmente en dos tipos: americanas y europeas. Las opciones americanas serán distinguidas de las del tipo Europeo porque el tenedor puede hacer uso del derecho de ejercicio en cualquier momento de vida del contrato, siendo que para las de Tipo Europeo sólo podrá ejercerse el contrato a la fecha de su vencimiento.

### **1.1.2. Factores que influyen en el precio de la Opción**

A continuación, se exponen los principales factores que determinan o influyen en la formación de precio de un contrato de opciones, la introducción de los mismos se corresponde con la intención de hacer manifiestas los factores que actúan como dinamizantes en la formación de precio de las opciones:

#### *- Precio actual del subyacente y Precio de ejercicio*

Si una opción se ejerce en un momento dado, el resultado de la operación estará dado por la diferencia entre el precio de la acción y el precio de ejercicio. El precio de las opciones de compra sube en la medida que el precio de la acción se mueve al alza, en tanto que los precios de las opciones de venta son menos valiosos. El proceso de valorización contrario se sucede en la medida que el precio de la acción se mueve en sentido contrario.

- *Tiempo al vencimiento*

Las opciones americanas tanto de venta como de compra se vuelven más valiosas a medida que aumenta el tiempo al vencimiento, no se trata de una regla, pero si es común escuchar de los operadores de mayor experiencia que los precios de las opciones son superiores cuanto más tiempo falta para el vencimiento dado que es mucho mayor la incertidumbre que se concentra en la operación en términos de la evolución futura del subyacente.

- *Volatilidad del precio del activo que subyace*

La volatilidad es una medida de incertidumbre, es reflejo de un incremento en lo errático de las decisiones de los actores, sobre un ir y venir en el concepto de estar o no posicionado en el activo y su desempeño a futuro. El costo de la evolución futura de un activo recae con mayor fuerza sobre el tenedor del activo subyacente, y no lo es tanto sobre el comprador o tenedor de la opción, esto se debe a que el tenedor de la opción tiene un riesgo acotado y una ganancia ilimitada en lo que respecta al movimiento al alza del precio del subyacente, pero sin duda el tenedor del subyacente ante el movimiento de precio en contrario de la acción debería absorber las pérdidas, las que en ocasiones resultan superiores al valor de la prima cobrada por un lanzador cubierto.

- *Tasa de interés libre de riesgo*

Conforme aumentan las tasas de interés en la economía, el rendimiento esperado que los inversionistas requieren de la acción tiende a aumentar. Además, disminuye el valor presente de cualquier flujo de efectivo futuro que recibirá el tenedor de la opción. El impacto combinado de estos dos efectos es aumentar el valor de las opciones de compra y disminuir el valor de las opciones de venta.

- *Dividendos esperados durante la vida de la opción*

Cuando se produce el pago de dividendos el precio de la acción ajusta el precio en función del pago determinado. A pesar de lo negativo que pueda considerarse a priori por la relación existente entre el precio del subyacente y el valor de la opción, el efecto sobre el precio de la opción en el mercado Argentino y el Americano, será casi nulo, esto se debe a que los precios de las bases de opciones acompañarán el ajuste del precio de corte post dividendo.

### 1.1.3. Contexto de Análisis

Se expondrá a continuación consideraciones sobre regulaciones aplicables al mercado en el momento en que se generarán las transacciones bajo estudio, serán identificados a su vez los eventos claves y los posibles condicionantes que existieron y pudieron ser fuente generadora de los impulsos identificados en la hipótesis principal de trabajo.

Desde el mes de febrero del año 2012 hasta agosto del mismo año, se dieron a conocer resoluciones y comunicados tendientes a reglamentar la operatoria de compra-venta de moneda extranjera. Esto produjo el traslado de la oferta y demanda a mercados informales: Operatoria de Cable, Contado con liquidación y Operaciones en el mercado informal, este hecho consecuentemente dio origen a cotizaciones desdobladas de la divisa de referencia dólar (USD), con respecto al mercado oficial de cambio (MOC), precio último determinado por el Banco Central de la República Argentina (BCRA).

Las citadas restricciones fueron eliminadas produciendo la unificación del mercado cambiario el 16 de Diciembre de 2015 (Res. Gral. 3819<sup>2</sup>).

Comenzó entonces un proceso de normalización, devolviendo como marco de referencia de formación de precio para la adquisición de moneda extranjera al operado a través de agentes oficiales regulados por el BCRA, bajo un régimen de flotación sucia<sup>3</sup> el cual descuenta la intervención de este último con el objeto de dar cumplimiento a la política monetaria.

En un sistema restrictivo para la adquisición de divisas, ya se trate de volumen o pre requisitos formales, si una persona desea adquirir moneda extranjera y transferirla al exterior tiene tres caminos para ello, comprarla en el mercado informal y obtener un contacto que la traslade, encontrar a través de un intermediario alguien que esté deseoso de ingresar al país una posición en USD, entonces una posición pasa de dueño en el exterior operando idéntica transacción en la plaza local, esta operatoria se denomina “dólar cable”; este mecanismo cuenta con la particularidad de tratarse de un contrato de confianza entre partes donde el intermediario cuenta con facilidades para la simulación de contratos o propuestas cancelatorias en las plazas de destino de los fondos. El tercer mecanismo es el conocido como “contado con liquidación”, es la operación realizada en

---

<sup>2</sup> Ver: <http://www.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/255000-259999/256982/norma.htm>

<sup>3</sup> El término “flotación sucia” hace referencia a la situación en la que se encuentran aquellas monedas cuyo tipo de cambio se fija libremente en función de la oferta y la demanda. Para más información ver: José De Gregorio (2007). Macroeconomía. pp. 540

mercados regulados con contratos vigentes los que mediante algún grado de sofisticación permiten al interesado comprar una posición de acciones o bonos que tienen la particularidad de contar con oferta y demanda de certificado de depósitos en la plaza extranjera. Bajo esta modalidad las acciones en la forma de certificado son vendidas o los bonos negociados por ejemplo en el mercado de New York Stock Exchange (NYSE) depositándose el producido de la operación en una cuenta a nombre del comitente en un banco determinado por el agente bursátil extranjero.

Esta última alternativa requiere que exista un inversor (intermediario financiero) con la intención de vender la acción con cotización en pesos y otro con la capacidad de comprar el certificado de depósito en moneda USD.

Garantizar el éxito de la operatoria mencionada implica absorber los riesgos de posiciones contrarias a lo requerido por el cliente (market maker), realizar pronósticos de precios y tener una adecuada percepción de la evolución de los mismo como así la administración del riesgo que conllevan posiciones abiertas.

Al estructurar una posición o al tomar una postura de mercado, existen dos conductas bien marcadas: se asumen los riesgos del descalce o bien se realizan acciones tendientes a la mitigación de los riesgos. La segunda alternativa de decisión es la que interesa en el análisis del presente trabajo debido a que demandará realizar operaciones a través del mercado de opciones con el objetivo de reducir pérdidas posibles de generarse movimientos de los precios en contrario de la posición absorbida.

#### **1.1.4. Características del entorno de Negociación**

Cuando un operador quiere realizar una operación en el mercado observa dos cotizaciones BID/ASK la diferencia entre cotización se conoce como spread de negociación. Es una característica de liquidez de mercado que el spread de cotización tienda a ser menor en un mercado donde existe mayor liquidez. Asociadas a estas cotizaciones se encuentran las cantidades que desean ser compradas o vendidas respectivamente por los interesados. En ocasiones uno puede contar con una punta cercana entre el precio deseado y el ofrecido, pero no necesariamente con las cantidades en relación con el volumen de transacción que se pretende. Estos hechos traen aparejados que los operadores deban establecer estrategias para obtener las cantidades deseadas o bien pagar precios superiores a los ofrecidos por el o los primeros oferentes.

Otro hecho vinculado a la calidad de mercado y la subsistencia del mismo está determinado por los costos de transacción, derechos de mercados e impuestos. En un modelo risk free existe el supuesto de que los costos de transacciones son nulos o muy bajos, por lo general esta no es una regla aplicable a los clientes no institucionales cuyas comisiones oscilan entre el medio y uno por ciento más derechos de mercado e impuestos. El mercado argentino como otros en proceso de desarrollo tiene la característica de no contar con liquidez suficiente, es decir, no siempre se cuenta con puntas cercanas en lo que respecta a la formación de la oferta y demanda. Otra característica es que tampoco ofrecen un mercado de opciones extensamente desarrollado, es notorio como en ocasiones la operatoria se concentra en torno a algunas plazas, las cuales presentan una oferta reducida a pocas bases, las que en general circunscriben su operatoria cerca del precio operado. Las bases cercanas al precio que se opera reciben el nombre de “en el dinero” (At the Money).

Dentro del marco de referencia temporal descrito he de enfocarme en periodos que hagan visibles los efectos de comportamientos planteados como hipótesis en alusión al comportamiento de las variables determinantes del riesgo y se reflejen en la variación del tipo de cambio. A tal efecto y para la selección de las muestras de estudio y la realización de los cálculos tomaré como referencia momentos en los que se produzcan incrementos de la diferencia establecida entre la cotización del dólar oficial (USD.Ofi) y el dólar contado con liquidación (USD.CcLiq) que estará determinado por la siguiente expresión:

$$\text{USD. CcLiq} = \frac{(\text{Cot. Ac. BSAS})}{(\text{Cot. ADR})} * \text{Fact. Conv}$$

Donde:

Cot.Ac.BSAS: Cotización de cierre en la plaza de Buenos Aires

Cot.ADR: Cotización del ADR's en el NYSE

Fact.Conv: Cantidad de acciones que están representadas por una unidad de ADR's

Con el objeto de dar tratamiento fueron desarrolladas Macros VBA en excel que permiten volver a estimar resultados y realizar nuevas corridas tras la modificación de variables con el objetivo de una debida calibración del modelo. El propósito de estos desarrollos persigue la estandarización y ordenamiento de datos, generar los cálculos primarios y las interpolaciones necesarias con el objeto de lograr los mejores estimadores para la

aproximación de la curva de VI y la determinación de la DNR para cada base negociada a un momento, que serán desarrolladas en el próximo capítulo.

Por último, se espera la exposición comparada de curvas DNR y VI correspondientes a Petrobras con cotización en Argentina y en NYSE. Los códigos fuente de las macros fueron incluidos en el [Anexo](#) del presente trabajo con el propósito de proveer al lector de herramientas para el recálculo de las variables.

## 1.2 MODELO DE PRECIO DE OPCIONES DE BLACK-SCHOLES-MERTON

### 1.2.1. Desarrollo del Modelo de Black – Scholes

Es una presunción de los modelos de precios estocásticos, como la de la mayoría de las teorías de pricing de opciones, la imposibilidad de predicción sobre los valores de precios de las acciones en un futuro.

Lo mencionado viene a colación de que el hecho de trabajar con la hipótesis de que un mercado es eficiente tiene implícito que los precios se mueven aleatoriamente. Esto está basado en las siguientes premisas:

- 1) La historia pasada está completamente reflejada en el precio de hoy y no existe nueva información que no esté contenida.
- 2) Los mercados responden de forma inmediata a cualquier nueva información.

Esto implica que al modelar el precio de una acción estamos modelando el conocimiento de nueva información, la que afectará de forma directa a los precios.

Suponiendo que al momento  $t$  el precio de la acción es  $S$ . Entonces podemos considerar que para subsiguientes cambios  $dt$ , donde  $S$  cambiará a  $S + dS$ . Para modelar los rendimientos de la acción  $\frac{dS}{S}$ , los modelos más comunes descomponen el rendimiento en dos partes. Uno que es predictivo, determinístico o anticipable que usualmente se relaciona con el rendimiento de una tasa libre de riesgo y que puede ser representada como  $\mu dt$ . La segunda componente es aleatoria y responde a los impulsos externos como por ejemplo a las noticias inesperadas expresada como  $\sigma dX$ . Donde  $\sigma$  es conocida como volatilidad que mide la desviación estándar de los rendimientos. Estas dos expresiones en

su conjunto conforman la ecuación estocástica diferencial que describe el cambio de la variable  $S$  para un diferencial de tiempo  $dt$  :

$$\frac{dS}{S} = \sigma dX + \mu dt \quad (2.1)$$

El término  $dX$  es conocido como proceso de Wiener, [Wilmott, P., Howison, S., Dewynne, J. \(1995\)](#). El cual tiene las siguientes propiedades:

- ✓  $dX$  es una variable aleatoria con distribución normal
- ✓ La media de  $dX$  es cero
- ✓ La varianza de  $dX$  es  $dt$

La ecuación (2.1) no se puede resolver para dar un trazado determinístico para el precio del subyacente, pero puede dar información sobre el comportamiento de  $S$  en un sentido probabilístico, es decir si en un plazo dado el precio de  $S$  es  $S_1$ , entonces  $S_1$  se distribuirá entorno de  $S$  con una función de densidad de probabilidad dada. Por lo que, será más probable que el precio futuro se ubique en un entorno cercano a  $S_0$ .

La ecuación (2.1) no se refiere a precios históricos, no mira la historia pasada de los precios, es decir que el próximo precio ( $S + dS$ ) dependerá solamente del precio de hoy. La independencia de los precios en relación con la información del pasado es conocida como propiedad de Markov, Lin (2006), Shreve (1997):

$$\varepsilon[dS] = \varepsilon[\sigma S dX + \mu S dt] = \mu S dt$$

$$Var[dS] = \varepsilon[dS^2] - \varepsilon[dS]^2 = \varepsilon[\sigma^2 S^2 dX^2] = \sigma^2 S^2 dt$$

### 1.2.2. Aplicación del Lema de Ito en la solución de la ecuación diferencial de BSM

Es parte esencial para la aplicación de un modelo, la comprensión acabada sobre el desarrollo matemático que permitió arribar a las expresiones finales. En igual sentido presenta singular importancia el conocimiento sobre las herramientas aplicadas a tal fin, ya que conforman parte del proceso de reducción de la compleja realidad a la simulación permitida en laboratorio.

Con el objetivo de alcanzar dicha proposición y en relación con las herramientas matemáticas utilizadas para la obtención de la solución de la ecuación diferencial se expone a continuación la regla de cálculo estocástico presentada por el matemático Japonés, Kiyosi Ito (1951), la aplicación del Teorema permitirá arribar a la solución de la

ecuación diferencial a ser aplicada para la obtención de la volatilidad implícita. [Lin, X. S. \(2006\)](#).

Una forma de abordaje al entendimiento del Teorema está relacionada con el desarrollo en polinomio de Taylor, teniendo en cuenta que se cumple lo siguiente:

$$dX^2 \rightarrow dt \text{ y que } dt \rightarrow 0 \quad (2.2)$$

Lo expuesto puede ser interpretado que cuando  $dt$  tiende a ser más pequeño  $dX^2$  se parecerá más aproximado a  $dt$ , en tal sentido y haciendo uso de la Serie de Taylor:

$$df = \frac{df}{dS} dS + \frac{1}{2} \frac{d^2f}{dS^2} dS^2 + \dots, \quad (2.3)$$

Donde  $dS$  esta dada por la expresión (2.1) y teniendo presente que en lo que respecta al análisis de la expresión anterior,  $dS$  es simplemente un número, aunque aleatorio:

$$dS^2 = (\sigma S dX + \mu S dt)^2$$

$$dS^2 = \sigma^2 S^2 dX^2 + 2\sigma\mu S^2 dt dX + \mu^2 S^2 dt^2$$

Del análisis de magnitudes de los términos surge que el primero domina los otros dos, por lo cual podemos reducir la expresión a los siguiente:

$$dS^2 = \sigma^2 S^2 dX^2 + \dots$$

Considerando que  $dX^2 \rightarrow dt$  concluimos que  $dS^2 \rightarrow \sigma^2 S^2 dt$ .

Utilizando (2.3), reteniendo solo los términos relevantes y aplicando la definición de  $dS$  dada por la expresión (2.1) llegamos a que:

$$df = \frac{df}{dS} (\sigma S dX + \mu S dt) + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{d^2f}{dS^2} dt$$

$$df = \sigma S \frac{df}{dS} dX + \left( \mu S \frac{df}{dS} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{d^2f}{dS^2} \right) dt \quad (2.4)$$

En la ecuación (2.4) podemos verificar dos componentes, la primera de ellas es aleatoria siendo esta proporcionada por el termino  $dX$  y la otra tendrá un comportamiento determinístico el cual estará dado por la expresión  $dt$ . Es decir, la ecuación (2.4) se transforma en una herramienta capaz de describir el comportamiento de  $f$  siendo que  $f$  sigue un camino aleatorio.

Dado que la expresión (2.4) tendrá un comportamiento en función de la variable aleatoria  $S$  y el tiempo las cuales son independientes, por lo que  $f(S, t) \rightarrow f(S + dt, t + dt)$  aplicando la serie de Taylor descrita con anterioridad para  $(S, t)$  (2.3), usando la expresión (2.1) para  $dS$  y (2.2) para  $dX^2$  se obtiene un rexpresion para la ecuación  $df$ :

$$df = \sigma S \frac{df}{dS} dX + \left( \mu S \frac{df}{dS} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{d^2f}{dS^2} + \frac{df}{dt} \right) dt \quad (2.5)$$

Considerando que la función  $f$  satisface que  $f(S) = \log S$ , es posible obtener sus respectivas derivadas:

$$\frac{df}{dS} = \frac{1}{S} \text{ y } \frac{d^2f}{dS^2} = -\frac{1}{S^2}$$

Por lo que haciendo uso de la ecuación (2.4) llegamos a la expresión:

$$df = \sigma dX + \left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right) dt$$

Esta expresión muestra que el salto  $df$  esta normalmente distribuido y por tanto, si se considerase que  $f$  es la suma de saltos  $df$ , y que dado que la suma de variables con distribuciones normales tendrán también una distribución normal, se podrá concluir que  $f - f_0$  tiene una distribución normal con media  $\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t$  y varianza  $\sigma^2 t$ , con el valor inicial de la variable dado por  $f_0 = \log S_0$ . En tal sentido, la función de densidad de la expresión  $f(S)$  estará representada por la función:

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi t}} e^{-\left(f-f_0-\left(\mu-\frac{1}{2}\sigma^2\right)t\right)^2/2\sigma^2 t}$$

Para  $-\infty < f < \infty$

Por lo que habiendo obtenido la función de densidad de  $f(S) = \log S$ , la expresión de densidad que corresponde a  $S$  estará dada por:

$$\frac{1}{\sigma S\sqrt{2\pi t}} e^{-\left(\log\left(\frac{S}{S_0}\right)-\left(\mu-\frac{1}{2}\sigma^2\right)t\right)^2/2\sigma^2 t}$$

Suponiendo que el precio de la opción está representado por  $V(S, t)$ , entendiéndose por tal que  $V$  depende entonces del valor de  $S$  y  $t$ . Podemos escribir que:

$$dV = \sigma S \frac{dV}{dS} dX + \left(\mu S \frac{dV}{dS} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{d^2V}{dS^2} + \frac{dV}{dt}\right) dt \quad (2.6)$$

Donde  $V$  sigue un comportamiento de camino aleatorio en los términos definidos con anterioridad. En este punto estamos en condiciones de construir un portafolio cuya composición esté dada por una opción y un número determinado de subyacente, como resultado de la construcción concluiremos que el valor del mismo estará representado por lo siguiente:

$$\theta = V - \Delta S \quad (2.7)$$

Por lo que, si quisiéramos determinar la variación de valor en el portafolio, la misma quedara definida como:

$$d\theta = dV - \Delta dS$$

Donde la cantidad de subyacente  $\Delta$  se mantiene fija durante la variación.

Utilizando la ecuación (2.1), (2.6) y (2.7) en conjunto concluimos que  $\theta$  sigue un camino aleatorio:

$$d\theta = \sigma S \left(\frac{dV}{dS} - \Delta\right) dX + \left(\mu S \frac{dV}{dS} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{d^2V}{dS^2} + \frac{dV}{dt} - \mu \Delta S\right) dt \quad (2.8)$$

Como trabajamos bajo el supuesto de un portafolio ajustado a las reglas de la neutralidad al riesgo no debemos perder de vista que, definido un portafolio cualquiera el mismo puede tener ganancias o pérdidas dependiendo del movimiento del activo subyacente y el comportamiento de precio de la opción.

En tal sentido, cuando el portafolio tenga un desempeño positivo asumirá el estado  $\theta_s = V_s - \Delta S_s$  en tanto que cuando el valor represente una merma el nuevo estado del portafolio será dado por  $\theta_b = V_b - \Delta S_b$ . La estrategia en la estructuración de un portafolio neutral a riesgo implica la minimización de los cambios producto de las variaciones de precio para que el rendimiento del mismo se asemeje al de una colocación a una tasa libre de riesgo.

Por lo antes mencionado la estrategia a seguir será la de igualar las variaciones del portafolio de forma que se neutralicen y de esta forma obtener el valor  $\Delta$  de manera tal que el portafolio tenga un riesgo cercano a cero.

$$V_b - \Delta S_b = V_s - \Delta S_s$$

Es decir,

$$\Delta = \frac{V_s - V_b}{S_s - S_b} = \frac{dV}{dS}$$

Definir  $\Delta = \frac{dV}{dS}$ , eliminará el componente aleatorio de (2.8), por lo que la variación en el precio del portafolio quedará dada solo por la componente determinística:

$$d\theta = \left( \frac{dV}{dt} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{d^2V}{dS^2} \right) dt \quad (2.9)$$

Como  $\theta$  es un portafolio con rendimiento libre de riesgo, su rendimiento se asemejará al de un bono de tasa  $r$  por lo que,

$$\frac{d\theta}{\theta} = r dt \text{ entonces } d\theta = \theta r dt \quad (2.10)$$

Igualando las expresiones (2.10) y (2.9):

$$\theta r dt = \left( \frac{dV}{dt} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{d^2V}{dS^2} \right) dt$$

Simplificando  $dt$  y reemplazando  $\theta$ :

$$\theta = V - \Delta S = V - \frac{dV}{dS} S$$

$$Vr - \frac{dV}{dS} Sr = \frac{dV}{dt} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{d^2V}{dS^2}$$

Llegamos a la ecuación de Black – Scholes:

$$Vr = \frac{dV}{dt} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{d^2V}{dS^2} + \frac{dV}{dS} Sr \quad (2.11)$$

### 1.2.3. Solución de la ecuación de Black-Scholes

La solución propuesta por BSM. Black, F., Scholes, M. (1973)<sup>4</sup>; Merton, R. C. (1973)<sup>5</sup> y [Lin, X. S. \(2006\)](#) contempla aquellas opciones que tienen la característica de sólo ser ejercible al vencimiento (Tipo Europea), a partir de la misma, se puede obtener una función de rendimiento para la opción al tiempo T asociada a la evolución del precio del activo subyacente bajo la siguiente expresión:  $\Phi(S(T))$ .

Es dable la aclaración que una opción de tipo Europea es aquel contrato que transfiere al tenedor, a través del pago de una prima C, la capacidad de optar al vencimiento (opción de hacer/ejercer) a recibir la acción que le subyace a la opción con el pago de un precio convenido en el precio de base K del contrato a una fecha preestablecida o maduración (vencimiento).

Donde (2.11) representa la ecuación parcial estocástica de Black, Scholes y Merton.

Realizando las transformaciones necesarias sobre la ecuación (2.11) es posible aplicar la fórmula de Feynman - Kac para llegar a la expresión (2.12<sup>a</sup>). [Lin, X. S. \(2006\)](#).

$$d\varphi(t, S) = \frac{e^{-r(T-t)}}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi(Se^{(r-\frac{1}{2}\sigma^2)t+\sigma\sqrt{T-t}y})e^{-\frac{y^2}{2}} dy \quad (2.12^a)$$

Bajo una medida de probabilidad Q se asegura que S(t) continúa siendo un movimiento Browniano lo que permite reescribir la ecuación como:

$$d\varphi(t, S) = e^{-r(T-t)} E_Q\{\Phi(S(T)) | S(t) = S\} \quad (2.12)$$

Por lo que el precio teórico de la opción al momento t queda determinado como el valor descontado del precio esperado de la opción bajo medida de probabilidad Q. Considerando luego la condición de entorno dada por el payoff de la opción  $\Phi(S(T)) = \max\{S(T) - K; 0\}$  obtenemos el valor teórico del precio de la opción a través de la siguiente expresión:

$$\varphi(t, S) = SN(d_1(t)) - ke^{-r(T-t)}N(d_2(t))$$

Donde:

$$d_1(t) = \frac{\log(S/K) + (r + \frac{1}{2}\sigma^2)(T - t)}{\sigma\sqrt{T - t}}$$

<sup>4</sup> Black, F., Scholes, M. (1973), The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of political economy*. 8 (3). 637-654

<sup>5</sup> Merton, R. C. (1973). Theory of rational option pricing. *The Bell Journal of economics and management science*. 4 (1). 141-183

$$d_2(t) = \frac{\log(S/K) + (r - \frac{1}{2}\sigma^2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} = d_1(t) - \sigma\sqrt{T-t}$$

Según explicita el modelo, considerando la continuidad de la función  $\varphi$ , habría de esperarse en la medida que tiempo transcurra y se acerque a  $T$  que el valor de la opción se aproxime a 0 si se trata de una opción OTM, o al valor  $(K - S)$  si se encuentra ITM, esta individualización teórica no resulta estrictamente apreciable en la práctica, dado el interés de los operadores por el cierre de operaciones con el objetivo de liberación de garantías para la utilización de las mismas en un ejercicio próximo, o simplemente con objetivo de evitar la contingencia de ejercicio dado los costos que estarían asociados al rearme de la posición.

#### 1.2.4. Supuestos subyacentes en el modelo de Black-Scholes

Durante el desarrollo que derivó en la ecuación estocástica diferencial de Black - Scholes se fueron realizando suposiciones y simplificaciones con el objeto de viabilizar un desarrollo matemático, dichos supuestos que subyacen al modelo son críticos al momento de dar lugar a su aplicación en un contexto real y obtener conclusiones sobre diferencias entre las hipótesis planteadas y las observaciones realizadas.

Con la intención de comprender los alcances y restricciones a las que estaremos expuestos he de ahondar en algunos de los principales supuestos subyacentes al modelo o al menos en aquellos que han de tener mayor relevancia en términos de efectos por las características del mercado donde se pretende realizar la contrastación de las hipótesis. Hull, John C. (2015).

1. El comportamiento del precio del subyacente se corresponde al modelo logarítmico normal con  $\mu$  y  $\sigma$  constantes.

Cualquier variable que en el transcurso del tiempo asume valores que no pueden ser pronosticados puede ser definida como un proceso estocástico. Los procesos estocásticos pueden ser clasificados como discretos o continuos. En el apartado anterior hemos definido que las variaciones de precio de un subyacente sigue un comportamiento del tipo  $\frac{dS}{S} = \sigma dX + \mu dt$ , dicha expresión y tal como fue observado, contenía dos componentes

una determinística y otra heurística, en relación a la segunda observamos que el comportamiento aleatorio estaba dado por un proceso estocástico particular del tipo de Markov con media cero y varianza, este proceso es conocido como Brownian motion o proceso de Wiener y es ampliamente utilizado en la ciencia para la descripción del comportamiento de partículas en fluidos y otros eventos. La generalización del proceso de Wiener nos permitió dar definición al comportamiento del precio del activo subyacente asumiendo la forma:  $dx = a dt + b dz$ , donde el término  $a dt$ , implica que  $x$  tiene un desvío esperado por unidad de tiempo. Por otro lado, el término  $b dz$ , es a través del cual se introduce el concepto de incerteza o ruido en la ecuación. La cuantía de variabilidad será dada entonces por  $b$  veces el proceso de Wiener

2. No hay costos de transacciones ni impuestos. Todos los subyacentes son perfectamente divisibles

En las consideraciones realizadas, fue necesaria la estimación de un  $\Delta$  cantidad de subyacente con el objeto de mantener compensada la cartera y que la misma fuera neutral al riesgo. En tal sentido, los planteos formulados no tuvieron en cuenta los costos transaccionales que afrontan los inversores al momento de adquirir o realizar sus tenencias.

3. No hay dividendos sobre la acción durante la vida del contrato

El modelo tampoco contempla que durante el tiempo que se está realizando la valuación de la opción el subyacente puede realizar el pago de dividendos conforme decisiones de asamblea en función de los resultados obtenidos. Este supuesto perderá relevancia al considerar que el precio de la base ajusta en igual medida que el corte de dividendo, no obstante, no puede dejarse fuera de consideración que cuando se trata de dividendos en efectivo es común observar movimientos al alza producto de reinversión de los mismos.

4. No hay oportunidades de arbitraje libre de riesgo.

Este supuesto es parte fundamental del modelo basado en una estrategia de neutralidad de riesgo, bajo las consideraciones realizadas de no existencia de costos transaccionales y mercados con liquidez suficiente, la existencia de una oportunidad de arbitraje producto de diferencias de compensación en la estrategia de riesgo neutral serían aprovechadas de inmediato produciendo la neutralización de la oportunidad.

5. La negociación de valores es continua.

A diferencia de los modelos Binomiales, el planteo propuesto por Black y Scholes, implica una continuidad temporal en el proceso de negociación, este hecho necesario y relevante es parte fundamental para la aplicación del Lema de Ito.

6. Los inversores pueden adquirir u otorgar préstamos a la misma tasa de interés libre de riesgo.

En un modelo que plantea la neutralidad al riesgo el valor del portafolio debe evolucionar a una tasa libre de riesgo, esto está asociado a que la no existencia de riesgo conlleva a que los inversores no puedan conseguir un plus adicional de rendimiento el cual deviene únicamente de la asunción de riesgos superiores, los cuales y consecuentemente está estrechamente vinculados a las fluctuaciones no esperadas producto de nueva información.

7. La tasa de interés libre de riesgo a corto plazo es constante.

Esa observación surge de la interpretación que los autores realizan del comportamiento del rendimiento de un bono, la ecuación utilizada  $\frac{d\theta}{\theta} = r dt$ , únicamente capta la información de la parte determinística de la función que podría llegar a describir el comportamiento de un rendimiento correspondiente a un Bono el cual solamente genera utilidad por el mero paso del tiempo.

## CAPITULO 2

### VOLATILIDAD IMPLÍCITA

En este capítulo nos avocamos a definir y cotejar empíricamente dos herramientas claves para nuestro propósito: la detección anticipada de estrés cambiario a partir de las volatilidades de precios de los subyacentes expresados en las monedas representativas de la bolsa en la cual cotizan y de las funciones de densidades para precios futuros correspondientes. Para esto, será definida la volatilidad implícita (VI) [Neftci, S., Kosowski, R. \(2015\)](#); X. Sheldon Lin (2006) y la función de densidad de precios futuros, las citadas curvas serán obtenidas a partir de los precios de contratos de opciones correspondientes a cada especie.

#### 2.1. Conceptos

Autores como [Dumas, Fleming y Whalery](#) exponen en *Implied Volatility Functions: Empirical Tests* (1998), el rol importante que cumple la volatilidad para la teoría financiera, a su vez profundizan sobre la debilidad que implica para el modelo predictivo de precio de opciones propuesto por Black-Scholes-Merton (BSM) ante la definición de la volatilidad como una constante.

Al resolver la ecuación de BSM y dando por supuesto el conocimiento de las variables: Precio de la Opción, Tasa de interés libre de riesgo, Precio de la acción subyacente y Tiempo que resta hasta el vencimiento del contrato, se puede estimar el valor de Volatilidad Implícita, el cual podrá resultar como fuente de información sobre la expectativa de mercado.

Una de las propiedades de la volatilidad está estrechamente relacionada con su comportamiento en función de la base de ejercicio, es comúnmente identificable al graficar el valor de volatilidad en función de la base de ejercicio que, el valor de la volatilidad decrece en la medida que el valor de la base de ejercicio es mayor.

Este dibujo o mueca obtenido es conocido como sonrisa de volatilidad.

Una posible explicación para la existencia de las sonrisas de volatilidad puede estar relacionada con el apalancamiento que proporciona el ser tenedor de una opción y el riesgo asumido cuando se operan bases, en el dinero o fuera del dinero. En la medida que

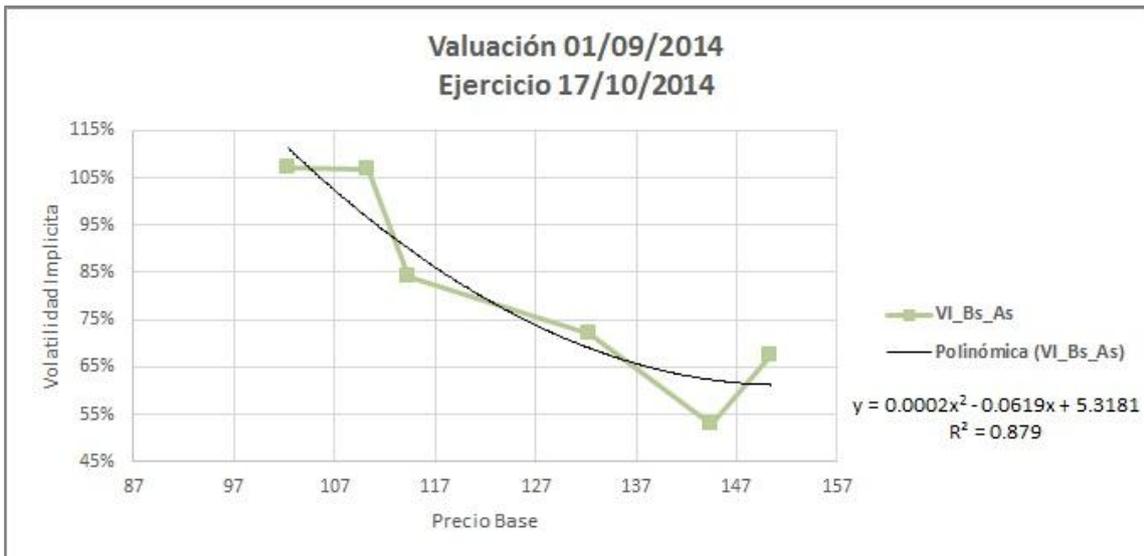
el precio del subyacente es mayor la volatilidad del precio del mismo se traslada al de la inversión directamente al apalancamiento que proporciona ser tenedor de una base menor, lo que aumenta el riesgo y consecuentemente la volatilidad.

[Derman \(2008\)](#) expone algunas características de las sonrisas de volatilidad implícita:

1. Las sonrisas de volatilidad son más pronunciadas para vencimientos más cercanos que para aquellas bases de vencimientos más lejanos.
2. El mínimo de las volatilidades en función de las bases de ejercicio se encontrará cercano a bases en el dinero (ATM) o en aquellas ubicadas ligeramente fuera del dinero (OTM).
3. La volatilidad correspondiente a bases bajas generalmente es superior a las volatilidades de bases superiores.
4. Después de periodos de bajas consecutivas, las volatilidades implícitas de los call fuera del dinero pueden ser superiores que las de call en el dinero, reflejando la expectativa de que el mercado tenga un rebote.
5. Existe una correlación negativa entre los cambios de la volatilidad implícita y las variaciones del activo subyacente.
6. La volatilidad de la volatilidad implícita es superior para vencimientos cercanos.
7. Las volatilidades implícitas aparentemente muestran reversión a la media en una vida promedio de 60 días.
8. La volatilidad implícita tiende a crecer rápidamente y a decrecer lentamente.

En la práctica el operador suele interpretar que al invertir en plazas in the money debe inmovilizar mayor capital, lo que trae aparejado mayor riesgo y un menor premio por el movimiento del precio a favor de su posición, esta idea produce que en un proceso de suba del subyacente los operadores cambien sus posiciones de bases más bajas a bases más altas, lo que provoca una menor participación de inversores en la operatoria de bases más bajas, esto trae aparejado la ampliación del spread de cotización del Bid/Ask y consecuentemente mayor volatilidad.

A continuación, en los gráficos se expone la sonrisa de volatilidad obtenida en un proceso de suba del activo subyacente comparada con un proceso de baja del mismo:

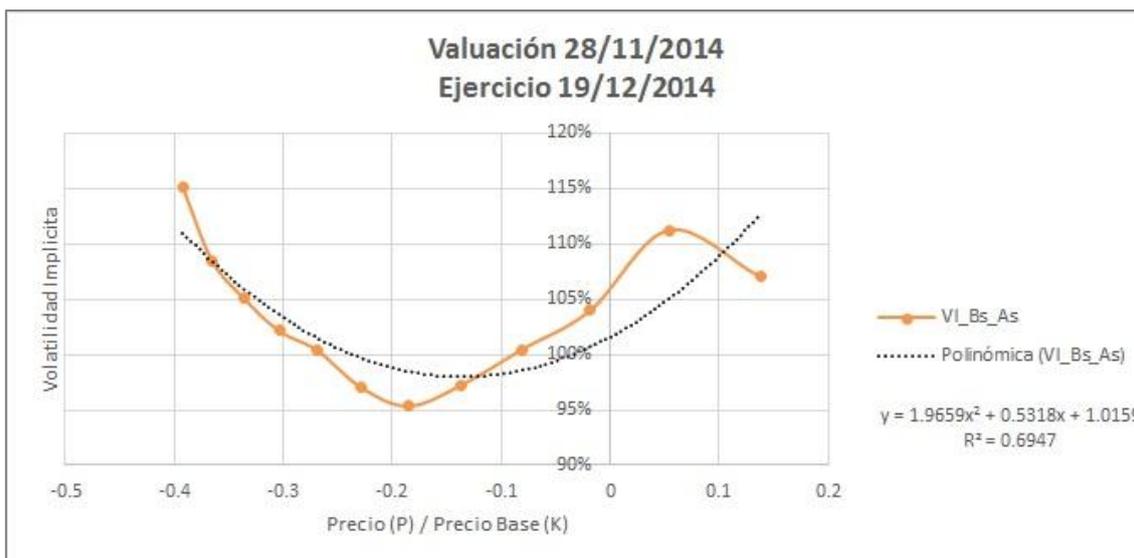


**Comportamiento de la VI en un proceso alcista del Subyacente 132.85** **Figura 1**  
 [Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]



**Comportamiento de la VI en un proceso bajista del Subyacente 57.60** **Figura 2**  
 [Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]

Con el propósito de comenzar a identificar características de la volatilidad podemos graficar la volatilidad estimada en función del precio del subyacente ajustado por el precio de la base o strike a la que corresponde la volatilidad calculada (P/K).



**Figura 3**

[Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]

Está demostrado que la volatilidad tiene un comportamiento lejano al estático durante la vida del contrato, lo que marca un contrapunto entre la realidad y lo que el modelo de BSM toma como supuesto.

En los gráficos que se presentan a continuación se expone de forma comparada los valores de las VI correspondiente a las diferentes bases de ejercicio del activo subyacente GGAL (Grupo Financiero Galicia), conjuntamente con la evolución del precio del mismo y el de la Brecha Cambiaria (BC) que, como se explicara precedentemente se determina mediante la diferencia entre el Tipo de Cambio Oficial y el obtenido por operar simultáneamente compra en plaza local y venta en plaza foránea de un activo con cotización simultánea en ambas. Estrategia que daría por producido el desarme de una posición de pesos en el mercado local y la generación de una posición en dólares en el mercado extranjero.

En el gráfico 4 puede observarse el comportamiento de las series identificadas precedentemente para el período comprendido entre el 08/05/2013 y el 14/08/2013, durante este espacio temporal el subyacente registró un mínimo en su cotización el 02/07/2013 coincidente a su vez con el registro de un valor mínimo en la BC.

Para el gráfico 5 correspondiente al periodo comprendido entre el 11/08/2014 y 13/10/2014 se pretende exponer el caso inverso, siendo observable el máximo en el precio

del subyacente con fecha 29/09/2014, el cual es acompañado en simultaneidad con el máximo en la diferencia en la BC.

Es interesante resaltar en este punto, que en ambos casos se puede apreciar un salto en los valores de VI para todas las series de las bases de ejercicio. Estos dos eventos graficados, fueron aportes fundamentales al planteo de la hipótesis principal del presente trabajo, lo que lleva a considerar la presunción de existencia de información disponible en la volatilidad capaz de poder ser vinculada a las decisiones de los actores de mercado.



**Figura 4**



**Figura 5**

[Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]

## 2.2. Predicción De La Función De Densidad

El mercado de opciones provee buena información sobre el cambio de sentimientos y las incertezas del mercado, principalmente debido a que es un espacio de negociación donde se toma decisiones pensando en el futuro, proyectando lo que sucederá con el precio del activo subyacente a la fecha de maduración del contrato.

Existe evidencia de estudio sobre percepciones de inversores a través de la obtención y posterior comparación de las funciones de densidades neutras al riesgo (DNR) y las curvas de densidad que surgen de los precios.

En tal sentido pueden citarse trabajos como el publicado por [Ait-Sahlia, Lo y Jackwerth \(2000\)](#), quienes realizaron comparaciones de la Densidad Neutral al Riesgo con la Densidad Real, el propósito de la comparación fue la de extraer información acerca de las preferencias de riesgo de los inversores.

[Breedon y Litzenberger \(1978\)](#) fueron los primeros que motivados por la creencia de que existe una fuente importante de información financiera con impacto en los precios futuros

en los mercados de derivados postularon la idea de estimar las densidades de riesgo neutral (DNR) a través de precios de opciones.

[Bliss y Panigirtzoglou \(2002\)](#) realizaron numerosos estudios utilizando la DNR para evaluar las expectativas de mercado ante acontecimientos económicos y políticos y su influencia en la determinación de los precios de los activos, en igual sentido pueden mencionarse los trabajos realizados por [Malz \(1996\)](#), [Gemmil y Saflekos \(2000\)](#).

Existe una gran variedad de métodos utilizados para extraer las DNR, dichas técnicas son abordadas en los diferentes papers de investigación realizados por múltiples autores, [Bates \(1991\)](#), [Rubinstein \(1994\)](#), [Bahra \(1997\)](#), [Melick y Thomas \(1997\)](#), [AitSahalia y Lo \(2000\)](#), entre otros, que evalúan la respuesta de las DNR a eventos económicos pueden mencionarse a [Melick, Thomas \(1997\)](#) y [Soderlind \(1997\)](#) quienes enfocan sus esfuerzos en analizar efectos durante periodos en los que se sucedieron crisis financieras.

[Taylor \(2007\)](#) enumera varias propiedades deseables para la estimación de la DNR. No obstante, la mayoría de los investigadores utilizan un método de estimación específico basado en la disponibilidad de datos, la exactitud, una estimación consistente y la estabilidad de los parámetros estimados.

Se propone en el presente la posibilidad de obtener información relativa a percepciones sobre apreciación o depreciación del tipo de cambio (TC Bolsa), analizando la distancia entre modas de las distribuciones DNR y la ubicación del precio del subyacente. Este razonamiento se refuerza en la idea de que para que exista una depreciación o apreciación del tipo de cambio implícito en el par del activo analizado, deben los precios de los activos individuales asumir una conducta diferente, ya que el único nexo entre las valuaciones de los mismos es el tipo de cambio y una constante, por lo que inferimos, que dicha información debe guardar estrecha relación con la percepción sobre la evolución del tipo de cambio.

A fin de la determinación de la curva DNR continuaré con el desarrollo de la ecuación (2.12) presentada en el capítulo 2, la citada expresión puede reescribirse de la siguiente forma:

$$C(t, S) = e^{-r(T-t)} E_Q\{C(S(T)) | S(t) = S\} = e^{-r\tau} \int_K^{\infty} (S_T - K) f_Q(S_T) dS_T$$

A partir de esta ecuación podemos derivar la relación entre el precio de una opción y el de la Densidad Neutral al Riesgo calculando la segunda derivada del precio de la opción respecto de la variable K:

$$\frac{d^2 C}{dK^2} e^{r(T-t)} = f_Q(K)$$

Taylor Stephen (2007) expresa que la predicción de la volatilidad implícita provee información sobre la distribución del precio de la acción en el futuro, agregando que lo difícil resulta en el uso de la información de mercado para producir una densidad predictiva para el precio futuro del activo. Esto es así porque la densidad real tendrá una forma más general que la proporcionada por una distribución lognormal.

De esto último se desprende que un método de pronóstico de densidad satisfactorio tendrá que poder lidiar con las restricciones sobre los niveles de asimetría y curtosis del modelo predictivo de precios lognormal.

El conocimiento de medida de probabilidad Q, como usualmente se representa a la Probabilidad Neutral al Riesgo, podría también ser usado para conocer las expectativas de los agentes sobre eventos de naturaleza económica o política. Este punto será fuertemente tenido en cuenta al momento de la constatación de hipótesis.

Dado que la información disponible para el cálculo de la DNR se corresponde por lo general con precios ATM (at the money), implica para la obtención de las curvas de DNR deba realizarse una extrapolación de datos. Este hecho deriva en considerar, para la aproximación de la curva de volatilidad implícita, el método no paramétrico propuesto por Shimko (1993). Este método propone la calibración de una función de volatilidad ajustado su comportamiento al de una expresión cuadrática, concepto estrechamente relacionado con las explicaciones vertidas precedentemente sobre el desempeño de la volatilidad y el dibujo de sonrisa.

Los parámetros correspondientes a la expresión cuadrática surgirán entonces una vez obtenida una curva suavizada que aproxima a la curva de volatilidad implícita obtenida previamente de los precios de las opciones que constituyen las observaciones.

Luego, con los parámetros obtenidos se proyectará las curvas de volatilidades aun cuando no se hayan producido operaciones en las bases consideradas, permitirá determinar el valor de los puntos correspondientes a la curva de Densidad Neutral al Riesgo.

La principal restricción enfrentada, se relaciona con la liquidez de las plazas de opciones de los activos argentinos, esta problemática se verifica en ocasiones de forma simultánea en ambas plazas, en la especie APBR con cotización en la plaza de Buenos Aires y en la especie PBR que es negociada en el NYSE bajo la forma de ADR`s.

Como primera medida procederé a la estimación de la volatilidad implícita, luego y continuando con los procedimientos observados en los trabajos de los autores citados precedentemente, se modelará la volatilidad por medio de una expresión cuadrática, haciendo uso de la minimización de los cuadrados de la diferencia de los errores. De esta forma, se obtendrán los parámetros de la curva que mejor aproxime a la de volatilidad implícita obtenida previamente por la reversión del cálculo realizado con los precios de cierre de opciones.

Con el propósito de buscar la mejor aproximación y como herramienta de programación se ha utilizado la función Solver, se establecieron restricciones sobre las variables, de forma tal de optimizar los cálculos del sistema y que las curvas cumplan con los parámetros de sonrisa, estas restricciones surgen como necesidad de calibración, ante la observación del comportamiento de las volatilidades implícitas identificándose estabilidad en los parámetros reconocidos en días aleatorios.

Podemos generalizar la expresión para Volatilidad Modelada como:

$$\sigma_{modelo}(K, t) = a + bK + cK^2$$

Donde la función a minimizar será:

$$F(t) = \sum_{i=1}^N (\sigma_{mercado}(K, t) - \sigma_{modelo}(K, t))^2$$

La densidad neutral al riesgo en tanto, será derivada de las expresiones:

$$\varphi(t, S) = SN(d_1(t)) - ke^{-r(T-t)}N(d_2(t))$$

Donde:

$$d_1(t) = \frac{\log(S/K) + (r + \frac{1}{2}\sigma^2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$d_2(t) = \frac{\log(S/K) + (r - \frac{1}{2}\sigma^2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} = d_1(t) - \sigma\sqrt{T-t}$$

$$e^{r\tau} \frac{dc}{dK} = -N(d_2) + (K\sqrt{T}\phi(d_2)) \frac{d\sigma}{dK}$$

$$e^{r\tau} \frac{d^2c}{dK^2} = \phi(d_2) \left\{ \frac{1}{\sigma K\sqrt{T}} + \left(\frac{2d_1}{\sigma}\right) \frac{d\sigma}{dK} + \left(\frac{d_1 d_2 K\sqrt{T}}{\sigma}\right) \left(\frac{d\sigma}{dK}\right)^2 + (K\sqrt{T}) \frac{d^2\sigma}{dK^2} \right\} \quad (\mathbf{A})$$

Donde  $N$  es la función de distribución normal acumulada y  $\varphi$  la función de densidad, finalmente la probabilidad Neutral al Riesgo puede escribirse como:

$$F_Q = 1 - N(d_2) + K\sqrt{T}\varphi(d_2)\frac{d\sigma}{dK}$$

La aplicación en nuestro modelo estará dada por la expresión (A) donde las variables a considerar serán las siguientes:

$\sigma =$  Volatilidad implícita determinada a través de la función cuadrática

$$d_1 = \text{Log}\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - D + \frac{v^2}{2}\right) * T / (v * \sqrt{T})$$

$$d_2 = d_1 - v * \sqrt{T}$$

$\varphi(d_2) =$  función de densidad en  $d_2$

$T =$  Tiempo al vencimiento de la opción

$K =$  valor de la Base

$$\frac{d\sigma}{dK} = 2cK + b \text{ derivada primera de la función de volatilidad respecto al Precio Base}$$

$$\frac{d^2\sigma}{dK^2} = 2c \text{ derivada segunda de la función de volatilidad respecto al precio Base}$$

### 2.3. Calibración del Modelo en Mercado de escasa Liquidez

A efectos de ilustrar las problemáticas identificadas durante proceso de calibración se expone a continuación un ejemplo correspondiente a precios de cierres de cotización de opciones y los respectivos Strikes correspondientes a la rueda del 30 de septiembre de 2014 de la acción Petróleo Brasileiro S.A (APBR) (Plaza de Buenos Aires).

S	K	DESCRIPCION	TIPO	Moneyness	CLOSE	VOLUMEN	Vol Implícita
105.5	86.4	APBR AR 10/17/14 C86.4	C	ITM	25	7	147%
105.5	94.4	APBR AR 10/17/14 C94.4	C	ITM	16	5	99%
105.5	98.4	APBR AR 10/17/14 C98.4	C	ITM	15	15	114%
105.5	102.4	APBR AR 10/17/14 C102.4	C	ITM	13	48	115%
105.5	106.4	APBR AR 10/17/14 C106.4	C	OTM	9.5	20	99%
105.5	110.4	APBR AR 10/17/14 C110.4	C	OTM	7.5	324	95%
105.5	114.4	APBR AR 10/17/14 C114.4	C	OTM	5.5	150	89%
105.5	120.4	APBR AR 10/17/14 C120.4	C	OTM	3.6	136	86%
105.5	126.4	APBR AR 10/17/14 C126.4	C	OTM	3	70	93%
105.5	132.4	APBR AR 10/17/14 C132.4	C	OTM	2	220	92%
105.5	144.4	APBR AR 10/17/14 C144.4	C	OTM	0.945	4	93%

[Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]

Es notable la disminución de volumen de operaciones en comparación con la plaza del ADR en NYSE, a su vez es de destacar que la base de mayor operatoria es cercana al precio operado, pudiéndose considerar en el dinero (ATM).

Con el propósito de evaluar la eliminación de ruidos producto de operaciones concertadas con anterioridad al cierre en las plazas de menor volumen, fueron definidas dos series con el objeto de obtener las curvas de volatilidades implícitas:

- a) All\_Strikes: la que contendrá todos los cierres correspondientes a las bases que operaron en la fecha de la muestra;
- b) Strikes\_Volumen: considera las volatilidades implícitas estimadas con los precios de cierre de las bases 102.4, 106.4, 110.4, 114.4, 120.4, 132.4, dichas bases condensan la mayor cantidad de operaciones por lo que permiten sostener la inferencia de que se mantuvieron operativas hasta el momento de cierre.

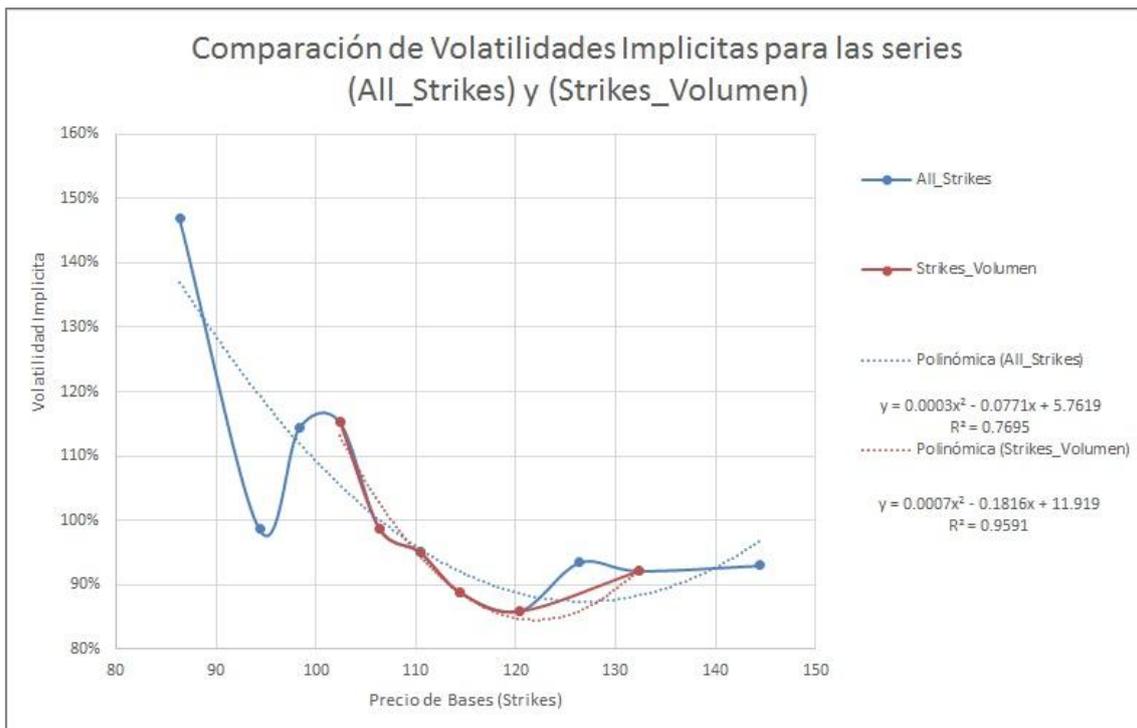


Figura 6

[Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]

Retomando el desarrollo sobre el principal supuesto que hace lugar al planteo para la obtención de la curva de volatilidad, las sonrisas pueden ocurrir porque los rendimientos muestran mayor curtosis que lo que se estipula bajo un modelo de normalidad, lo que hace que los rendimientos extremos sean más probables que lo que el modelo presupone. Esto contribuye a entender por qué las opciones dentro del dinero (ITM) y fuera del dinero (OTM) son más caras que lo que predice el modelo de Black-Scholes-Merton (BSM). Un ejemplo de este efecto pudo ser relevado al momento de considerar solo las Bases con mayor volumen para la determinación de la curva de volatilidades implícitas según se expone en la Figura 6.

Las sonrisas invertidas pueden ocurrir porque los retornos demuestran una asimetría negativa lo que se contrapone con un supuesto de normalidad para la distribución de los mismos. Esto implica que los rendimientos negativos son probables, dando lugar a que las volatilidades implícitas para los call in the money (ITM) sean más altas que las volatilidades implícitas para opciones out the money (OTM).

Calculadas la DNR correspondientes a las curvas de volatilidades implícitas obtenidas tras el proceso de simplificación antes mencionado, podemos observar que, la curva para

la cual se consideraron únicamente las bases con mayor cantidad de operaciones concentra fuertemente los datos en torno a la moda, pudiendo ser definida como del tipo leptocúrtica.

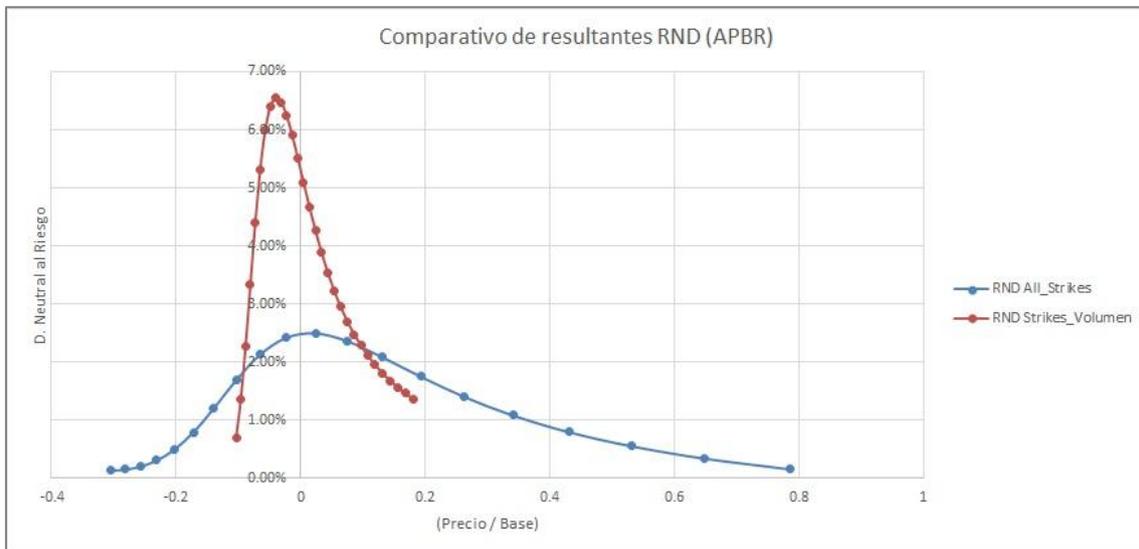


Figura 7

[Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]

Del análisis de lo sucedido, surge una nueva problemática relacionada con la consideración de menos bases como consecuencia de su volumen escaso; la curva proyectada de volatilidad ganó en concavidad de manera sustancial, lo que produce que la curva de DNR se vuelva más leptocúrtica que la obtenida originalmente, llevando al debate sobre lo correcto o no de la desestimación de datos con el objetivo de lograr mantener aquellos que resultaran de forma relevantes en relación al volumen transado en la especie.

Esto refuerza la hipótesis sobre que el rediseño de la extracción de datos en un mercado de volatilidad reducida es clave para comprender la carga de información o más aún para obtener de forma apropiada predicciones en base a las decisiones de los actores de mercado.

Al analizar la plaza correspondiente al ADR, se puede apreciar que a la problemática de volumen reducido se le incorpora la apertura de bases intermedias, esto produce que los operadores dispersen aún más sus operaciones posicionando su operación en

determinadas bases en función de los saltos de Strikes que les resultan favorables según la estrategia elegida.

En referencia a lo mencionado a continuación se expondrá la apertura identificada en los Strikes a la fecha 30/09/2014 en la acción de Petróleo Brasileiro S.A (PBR) en NYSE.

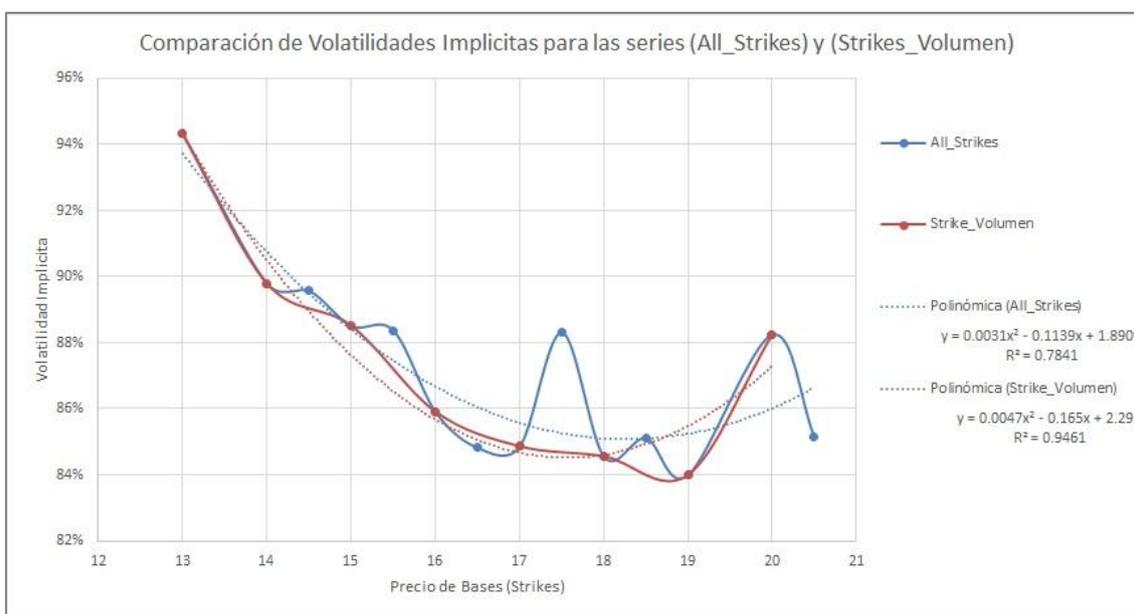


Figura 8

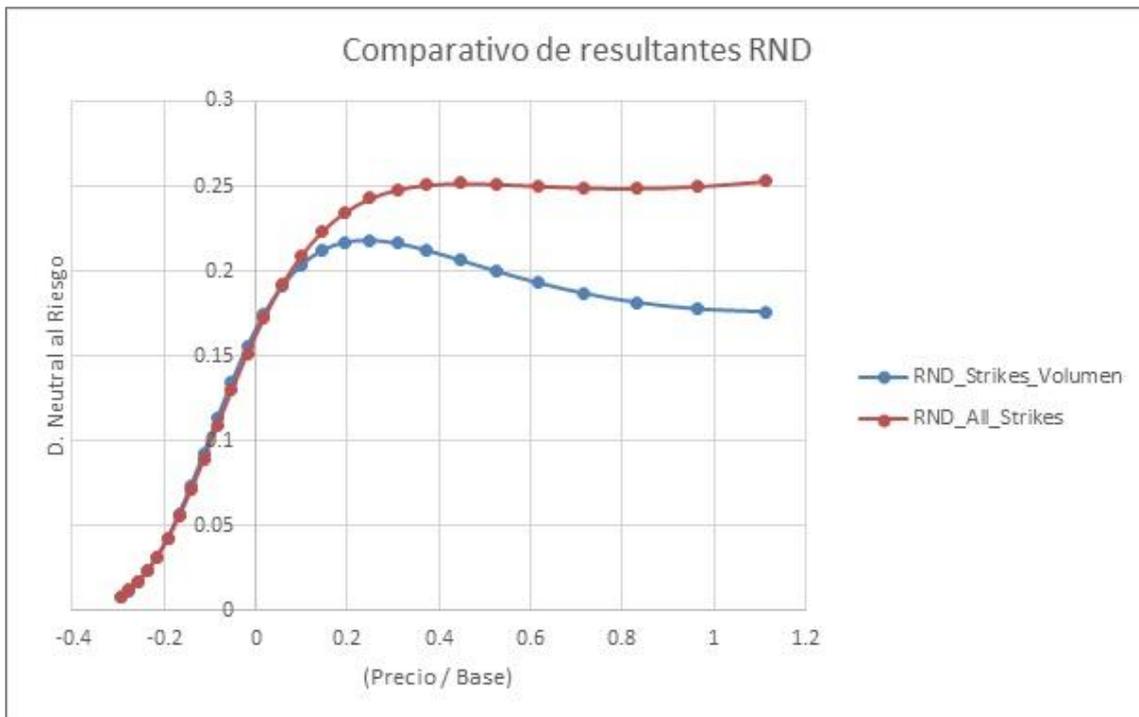
[Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]

Es apreciable la preferencia de los operadores por determinados Strikes, lo que profundiza la selectividad de los mismos. Al analizar las curvas de las volatilidades implícitas, una correspondiente a la obtenida manteniendo todos los Strikes (ALL\_Strikes) y la otra solo considerando los Strikes con volumen significativo (Strikes\_Volumen), concluimos en primer lugar que es de destacar una mayor correlación entre la serie de volatilidades implícitas determinada por la serie Strikes\_Volumen y la curva de Volatilidad Implícita estimada desde estos parámetros. A su vez, se identifica que el mínimo de la parábola tiende a acercarse al precio operado.

Haciendo uso de los parámetros de la función cuadrática obtenidos, fue estimada la curva de Densidad Neutral al Riesgo correspondientes a ambas series de datos.

A pesar de los ajustes realizados es de destacar que la salida obtenida para la curva de Densidad Neutral al Riesgo no ofreció una variación significativa, siendo solo apreciable

la mejora del trazo de la cola derecha de la misma, lo que hace identificable un máximo (moda).



**Figura 9**

[Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]

El hecho de que los mercados sean de escasa liquidez o de que la figura del hacedor de mercado no exista como tal, tiene como principal repercusión que los precios de cierre de los activos subyacentes estén desfasados con el último precio operado de la opción, este hecho puede ser subsanado tomando el precio transado del activo subyacente conjuntamente con el último precio de la opción en función de la base y al momento que este se negociará de la opción para la cual se pretenda obtener la volatilidad implícita diaria, lo que implicaría un diseño particular del proceso de recolección de datos.

La forma de obtención de la información a través de fuente de vendors (firmas que negocian los datos correspondientes a transacciones de mercado, Ejemplo: EODDATA; CBOT DataExchange, Bloomberg), usualmente carecen de datos históricos que estén acompañados por el horario de transacción.

Otros supuestos claves en la aplicación del modelo se relacionan, uno con el pago de dividendos y otro con la posibilidad del ejercicio anticipado de las opciones, para el

primer considerando mencionado en el periodo bajo análisis y como reflejo de la condición económica por la que transcurría Latinoamérica, las empresas bajo análisis no realizaron distribuciones de dividendos significativos que conlleven ajustes sobre los strikes o precios de ejercicio, para el segundo punto puesto a consideración, cuando se es tenedor de una opción solo se asume un riesgo limitado ante un movimiento en contrario del precio del activo que subyace, por lo que la tentación de ejercicio anticipado es reducida, al tener que pasar a una exposición de riesgo mayor, se pierde el stop loss automático de no ejercicio, además se debe efectuar el desembolso correspondiente al capital por la diferencia al eliminarse el efecto palanca que el instrumento proporciona, por lo que he de hacer hincapié que en el argumento de no ejercicio, es prioritario no minimizar el efecto apalancamiento que proporciona el ser tenedor de opciones ya que la cantidad de capital inmovilizado en el subyacente sería mucho mayor.

Otro punto a ser contemplado al momento de calibración del modelo, es que podrían generarse oportunidades de arbitraje que estimulen el ejercicio anticipado de la opción, esto por la general no sucede o está mitigado en la operatoria diaria cuando el inversor evalúa los costos de transacción asociados al ejercicio, financiación y posterior liquidación de la posición en el mercado de acciones, la posibilidad de ejercicio anticipado queda limitada entonces a estrategias puntuales de adquisición de posiciones a través del mercado de opciones o reducida a una situación de iliquidez determinada en un momento en que no exista posibilidad de desarme como contrapartida de la no existencia de oferta contraria a la posición a reversar en la opción.

## CAPITULO 3

### APLICACIÓN DEL MODELO

En este capítulo se presentan los resultados de aplicar el modelo de construcción de funciones de densidades de precios neutrales al riesgo sobre el mismo subyacente en plazas distintas (APBR.BA y PBR.NY). Se exponen a su vez, las dificultades que aparecen en la aplicación del modelo, consecuencia de la falta de liquidez y profundidad del mercado, se presentan en consecuencia, algunas herramientas adicionales utilizadas para sortear los problemas anticipados.

#### 3.1. Presentación De Resultados

Como primera instancia se exploraron los datos correspondientes a los puntos cercanos a máximos y mínimos de precios, bajo la presunción, que el producto de cambio de tendencia está asociado a un cambio de manos de inversores y percepciones de estos sobre el futuro.

Dichos puntos de interés fueron seleccionados de observaciones sobre la evolución del dólar implícito en la cotización de la especie en ambas plazas (Dólar Bolsa), este cálculo se determinó sin considerar los costos transaccionales en los que incurrieron los operadores.

Las primeras observaciones que me llevaron a profundizar la investigación guardan relación con comportamientos de las volatilidades implícitas en comparativa con la trayectoria observada de la brecha cambiaria (diferencia entre Dólar Bolsa y Dólar Oficial). Tal como se expone en las figuras 4 y 5.

En primera instancia estas observaciones podrían estar asociadas a múltiples efectos ya que no estaban vinculadas a lo que sucedía con el activo en la plaza del mercado foráneo necesario para el cierre de la transformación de la posición de pesos a USD.

Sin embargo, se verificó una mayor correlación entre el par Activo Plaza Local (APBR)/USD\_activo) que para el par Activo Foráneo (PBR)/USD\_activo). Hecho que a priori induce a pensar que existe una mayor fuente de información en la plaza local sobre los sucesos relacionados al movimiento de tipo de cambio y se podría considerar que este

tipo de movimientos podrían estar asociados a necesidades de inversores locales para dar algún grado de cobertura respecto al comportamiento de precio de la divisa americana.

Correlación de activos entre fechas 25/07/2014 a 30/09/2014			
	APBR	PBR	USD_APBR
APBR	1		
PBR	0.63801014	1	
USD_APBR	0.8629621	0.16257644	1

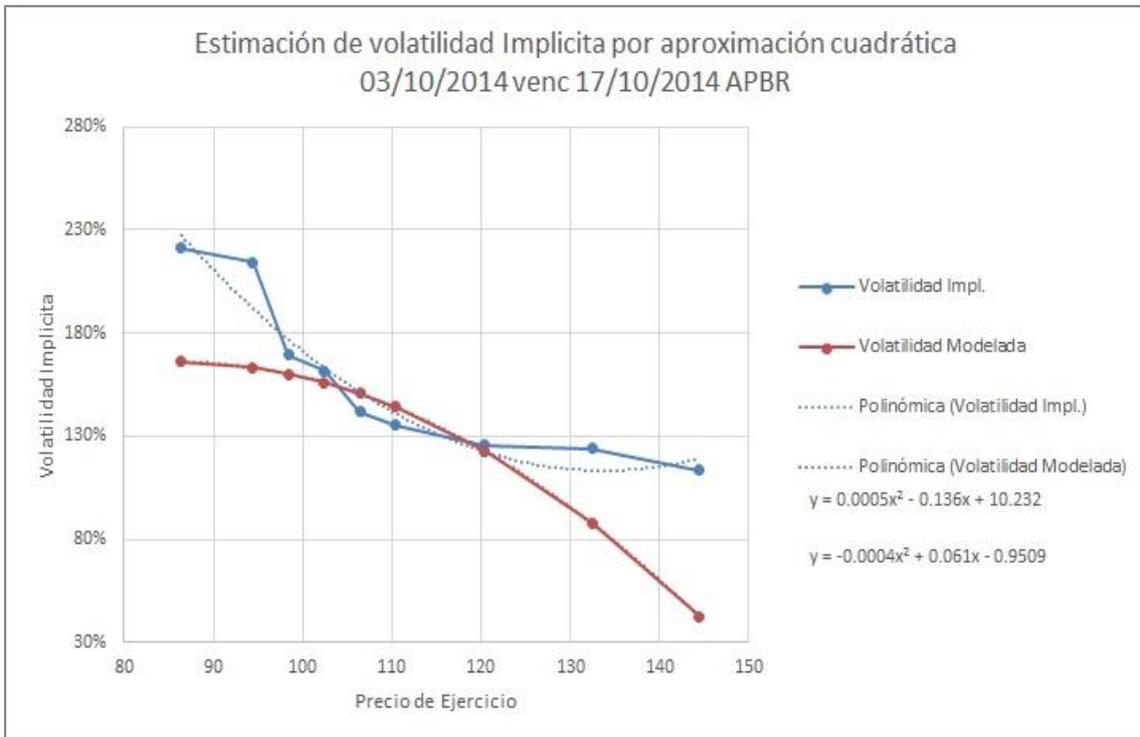
Correlación de activos entre fechas 30/09/2014 a 29/12/2014			
	APBR	PBR	USD_APBR
APBR	1		
PBR	0.99072625	1	
USD_APBR	0.9112261	0.852523	1

Habiendo estimado las volatilidades implícitas y los parámetros correspondientes a los componentes cuadráticos con el propósito de aproximar la función de volatilidad implícita, para a posteriori, estimar la segunda derivada del precio del call correspondiente a la función de distribución para cada precio de base. Surge como primera consideración, un alto grado de dificultad en la obtención de parámetros capaces de generar curvas de sonrisas que aproximen con un grado razonable de proximidad las curvas de volatilidad implícita.

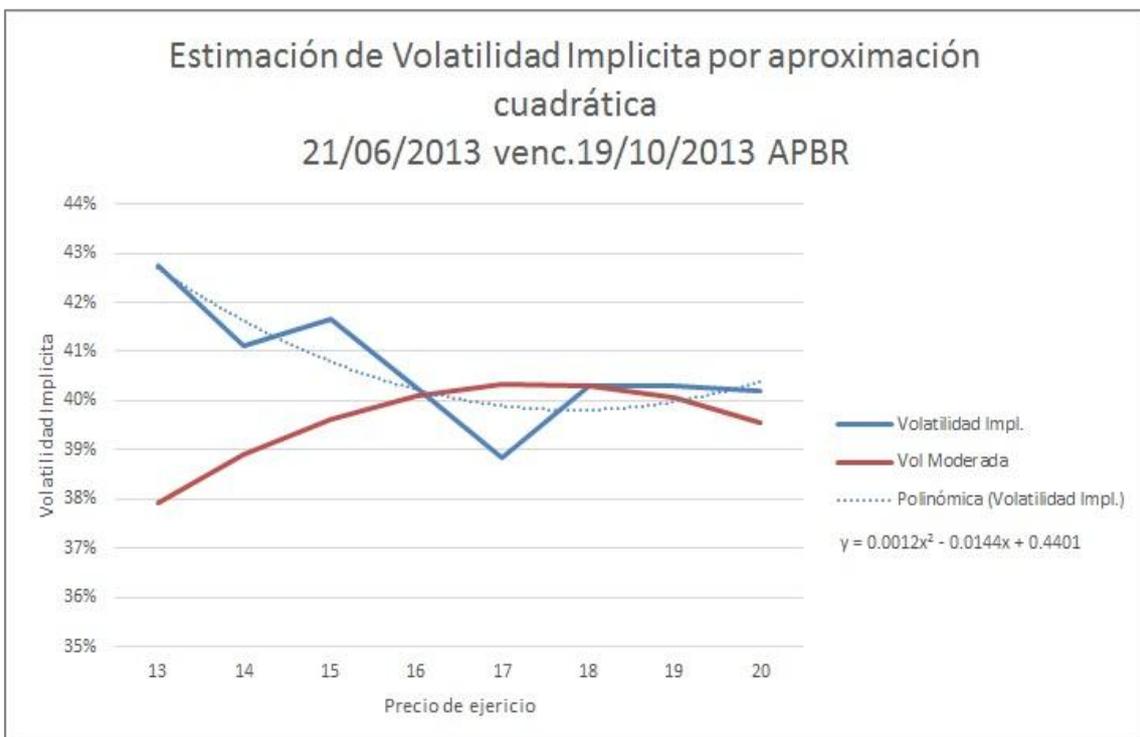
Estas cuestiones son principalmente atribuibles a la escasez de volumen y las pocas bases abiertas (operadas), este hecho es repetido por lo general en el inicio de las series (fechas en las que se abren las bases y comienzan a ser operadas).

Otro problema identificado al automatizar las corridas, guarda relación con criterios de restricciones en los parámetros de la ecuación cuadrática, la no aplicación de los mismos generará en algunos casos determinaciones erróneas de las concavidades de las curvas, las que no reflejarán directamente lo esperado en relación con la teoría de sonrisas.

A continuación, se exponen en gráficos los efectos mencionados:



**Figura 10**



**Figura 11**

[Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]

Estas discrepancias fueron corregidas teniendo en cuenta que frecuentemente la sonrisa es positiva, por tal motivo se incluyó en los cálculos restricciones sobre los parámetros de modo tal que la programación automática de solver arrojará resultados concordantes con la teoría de sonrisa de volatilidad.

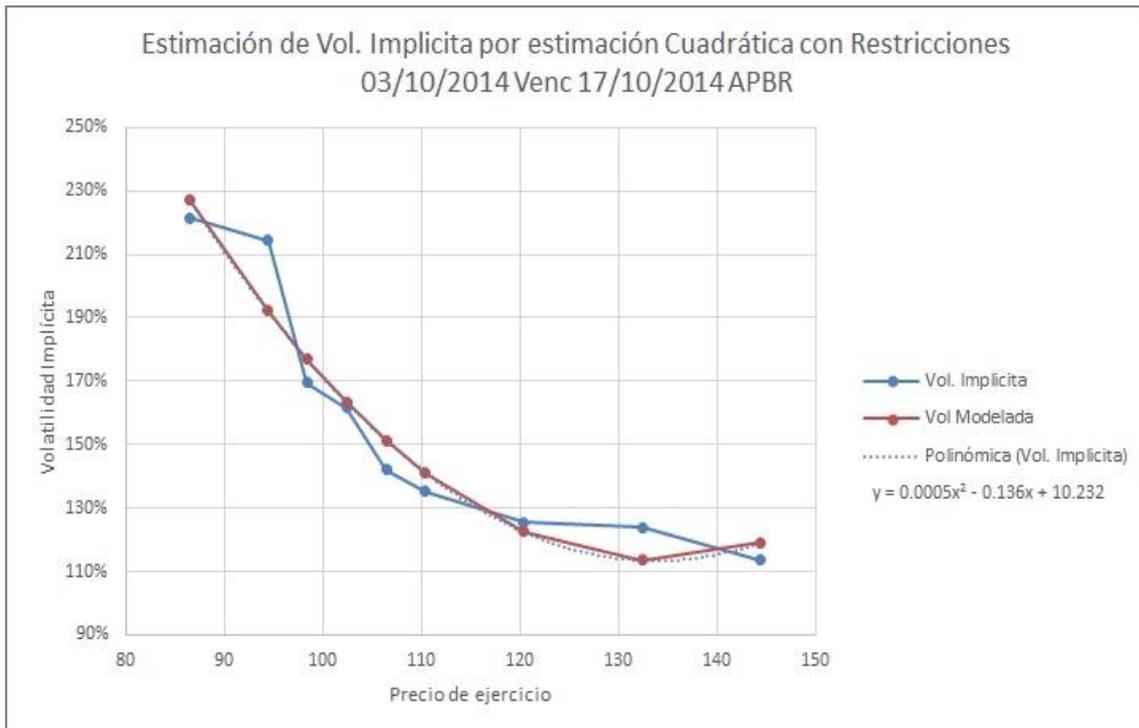


Figura 12

[Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]

En función de la hipótesis preliminar del trabajo, lo esperable era la existencia de una diferencia significativa en las curvas de Densidades Neutrales al Riesgo de los Activos comparados.

Durante el proceso de verificación que conlleva la comparación de datos entre los meses de Mayo 2014 a Enero 2015 y Febrero a Abril 2016, se identificó en primera instancia que en 8 de 15 casos las modas se distribuyeron de tal forma en que se predice un proceso de apreciación o depreciación del tipo de cambio desde el momento de la evaluación hasta la fecha de vencimiento de la opción.

Los citados casos pueden identificarse en el cuadro siguiente cuando los campos respecto de APBR medPosPre y PBR medPosPre adquieren el valor de SI:

Venc.	Fecha Valuación	APBR Precio	PBR Precio	Dif Media	Fuerza Precio	APBR medPosPre	PBR medPosPre	Fuerza Media	APBR MedRND	PBR MedRND	USD RND	Valuación Venc.	Valor USD_Esp
18/06/2014	15/05/2014	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	77.43	14.50	10.68	10.59	9.95
18/06/2014	29/05/2014	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	79.95	14.00	11.42	10.59	10.97
15/08/2014	25/07/2014	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	80.40	16.50	9.75	11.67	9.76
17/10/2014	03/09/2014	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	130.40	18.00	14.49	13.80	12.95
17/10/2014	29/09/2014	NO	SI	NO	PBR	SI	NO	NO	106.40	11.00	19.35	13.80	15.07
17/10/2014	06/10/2014	SI	NO	NO	NO	NO	SI	NO	116.40	13.00	17.91	13.80	13.92
17/10/2014	06/10/2014	SI	NO	NO	NO	NO	SI		111.40	13.00	17.14	13.80	13.92
19/12/2014	03/11/2014	NO	NO	SI	NO	SI Cola+	SI	SI	50.40	10.00	10.08	11.42	13.32
19/12/2014	10/11/2014	NO	NO	NO	NO	SI Cola+	SI	NO	56.40	7.50	15.04	11.42	12.52
19/12/2014	14/11/2014	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	45.40	7.50	12.11	11.42	12.26
19/12/2014	28/11/2014	NO	NO	SI	NO	SI+	SI	NO	45.40	7.00	12.97	11.42	11.85
20/02/2015	29/12/2014	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO				12.06	11.42
20/02/2015	20/01/2015	NO	NO	neutra	NO	SI	SI	NO	35.40	5.50	12.87	12.06	12.51
15/04/2016	03/03/2016	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	28.40	4.50	12.62	14.03	15.20
15/04/2016	23/02/2016	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	20.40			14.03	15.56
05/02/2016	19/02/2016	NO	NO	NO	NO	igual	igual	NO	24.40	3.50	13.94	14.69	15.27
05/02/2016	19/02/2016	NO	NO	NO	NO	igual	SI	NO				14.69	15.27

[Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]

Ejemplo donde las posiciones de las modas anticipan depreciación del tipo de cambio:

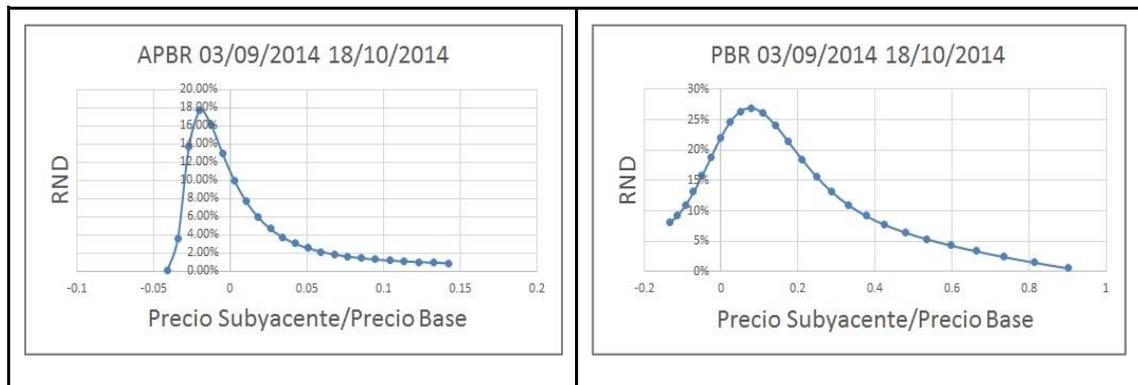


Figura 13

[Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]

Si se considerará el valor de la ubicación de la moda como el valor más probable de precio al vencimiento obtenemos un valor de 134 para APBR y un valor de 18.5 para PBR, del cálculo entonces para la determinación del dólar implícito a futuro surge 14.49, a la fecha de valuación del dólar es de 12.95 en tanto que el valor que alcanza a la fecha de

vencimiento es de 13.80. Es de destacar en este hallazgo la señal proporcionada por el modelo con un plazo de horizonte temporal un poco mayor a un mes, donde es de esperar que exista falta de capacidad predictiva en lo que respecta a precio dado que la valuación fue realizada bajo una medida de probabilidad neutral al riesgo. Con objetivo de mejorar la capacidad de pronóstico en términos de precios de mercado se debería realizar el cambio a una medida de probabilidad real, dado que los inversores no son en sus conductas neutrales al mismo, es natural que para asumir riesgos adicionales se desee la compensación de la situación por un premio mayor.

### **3.2. Expectativas captadas por las modas utilizadas como proxy en la determinación del tipo de cambio y su efectividad en el pronóstico**

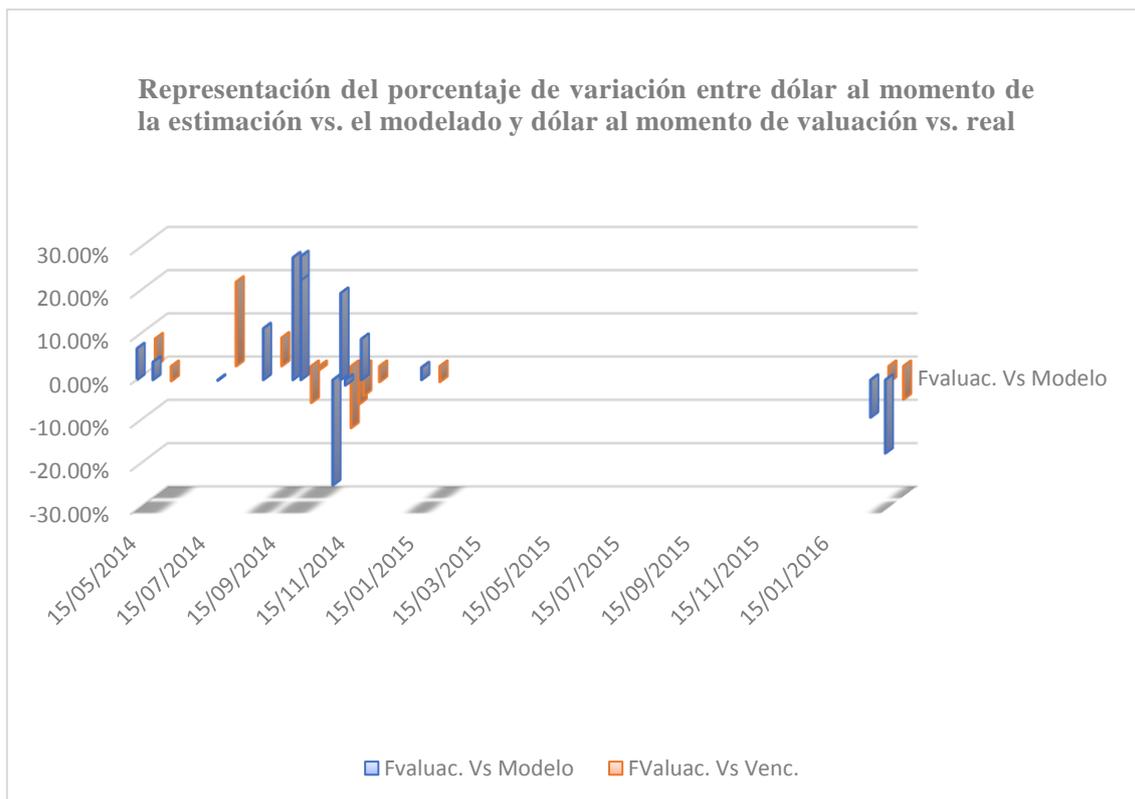
De los puntos identificados en los procesos descritos con anterioridad se realizó la valuación de aquellos considerados críticos en la trayectoria de los precios del dólar informal con el propósito de identificar información en relación a la tendencia y la capacidad predictiva de las modas obtenidas de las Curvas de Densidad Neutrales al Riesgo.

Destaco la dificultad de encontrar pares comparables de curvas DNR en el mercado local y el mercado Foráneo de forma simultánea.

La problemática asociada al volumen del derivado podría ser una de las causales de las mayores distorsiones al momento de la determinación de los valores considerados como pronóstico.

Esto puede verse reflejado en la comparación de los porcentajes de evolución entre los valores de USD implícito en la cotización de la especie comparado con el determinado utilizando las modas provistas por el modelo de DNR y la correspondiente a la evolución real, se estimó la correlación entre las dos series, lo que arrojó un valor de tan solo 17.14 % de correlación, lo que induciría a suponer para esta comparativa una baja capacidad de predicción del modelo para la estimación de valores futuros.

<b>Venc. CALL</b>	<b>Fvaluac.</b>	<b>USD FValuac.</b>	<b>USD Modelo</b>	<b>Fvaluac. Vs Modelo</b>	<b>USD Venc.</b>	<b>FValuac. Vs Venc.</b>
18/06/2014	15/05/2014	9.95	10.68	7.29%	10.59	6.38%
18/06/2014	29/05/2014	10.97	11.42	4.14%	10.59	-3.44%
15/08/2014	25/07/2014	9.76	9.75	-0.16%	11.67	19.51%
17/10/2014	03/09/2014	12.95	14.49	11.92%	13.80	6.57%
17/10/2014	29/09/2014	15.07	19.35	28.33%	13.80	-8.47%
17/10/2014	06/10/2014	13.92	17.91	28.61%	13.80	-0.91%
17/10/2014	06/10/2014	13.92	17.14	23.09%	13.80	-0.91%
19/12/2014	03/11/2014	13.32	10.08	-24.33%	11.42	-14.27%
19/12/2014	10/11/2014	12.52	15.04	20.09%	11.42	-8.81%
19/12/2014	14/11/2014	12.26	12.11	-1.26%	11.42	-6.86%
19/12/2014	28/11/2014	11.85	12.97	9.45%	11.42	-3.64%
20/02/2015	20/01/2015	12.51	12.87	2.89%	12.06	-3.63%
15/04/2016	03/03/2016	15.20	12.62	-16.97%	14.03	-7.69%
05/02/2016	19/02/2016	15.27	13.94	-8.69%	14.69	-3.79%



**Figura 14**

[Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]

A su vez, durante el análisis de los cálculos se identificó que en los puntos extremos se produce un mayor exceso o defecto sobre el desvío de los valores de pronóstico.

El presente trabajo no perseguía como objetivo directo la obtención del pronóstico de precios futuros. Para cumplir de forma adecuada con la citada premisa hubiera resultado conveniente considerar funciones de densidad reales y no neutrales al riesgo, esto último está vinculado al hecho de que los inversores no son ajenos a los procesos de incertidumbre asociados a la formación de precios.

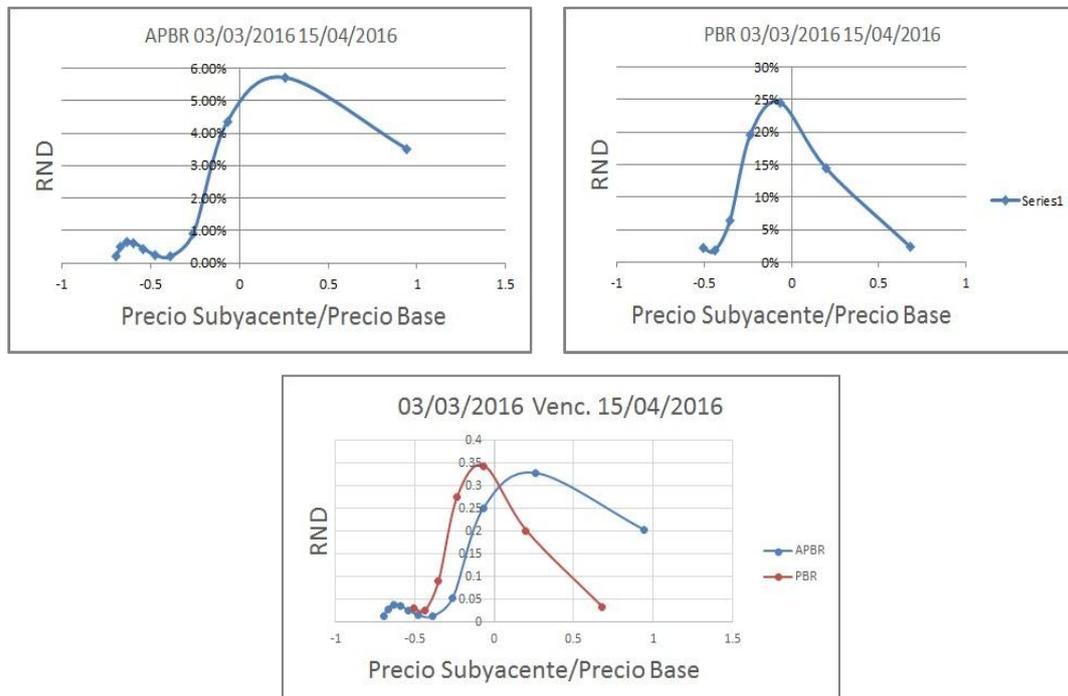
Independientemente de lo mencionado, estos desarrollos en exceso y defecto relacionados con puntos notables hacen presuponer un viso de verdad sobre el supuesto de que en los puntos en cuestión existe información adicional disponible entre los inversores y necesariamente a ser interpretada. El orden de magnitud y proceso de reversión de tendencia seguido, orientan a la interpretación de la disrupción de los procesos racionales en la toma de decisiones, como si se liberara determinada energía contenida en la mente de los decisores la cual es canalizada a través de precios.

A su vez, fueron registradas observaciones en la muestra donde la tendencia fue confirmada por la posición del precio del subyacente con respecto a la moda de la DNR.

En relación con esto último, resultó identificable que el comportamiento futuro del activo evolucionó según la posición del precio respecto a la moda de la DNR en el activo de la plaza local, con mayor frecuencia que para el caso del que mantiene cotización en la plaza foránea.

Esta conducta puede estar asociada a que el precio no se correspondiera directamente en la plaza local con lo esperado en relación con el comportamiento del activo foráneo, sino a la necesidad principal del inversor de transformar divisa local en moneda extranjera o viceversa, como un acto especulativo donde el precio del activo doméstico acompañara la tendencia de la divisa USD.

A continuación se expone la evidencia de cruce de curvas DNR obtenidas con fecha 03/03/2016 con fecha de vencimiento para la opción de 15/04/2016 donde se podría interpretar la posición de las modas como un pronóstico de apreciación del tipo de cambio, dado que la fuerza relativa en función de la ubicación de las mismas hace presuponer un movimiento al alza en el precio del activo con cotización en la plaza foránea en tanto que insinúa un movimiento a la baja en el precio del activo de la plaza local.



**Figura 15**

[Fuente: Elaboración propia. Datos Bloomberg (2016)]

A pesar de la posición de la moda de APBR que haría presuponer que el desempeño del activo podría de ser a la baja, es de destacar que ambos activos evolucionaron con alzas hasta el vencimiento, nuevamente como en la hipótesis que se expuso con anterioridad, es APBR el subyacente que responde en evolución en igual sentido que la ubicación del precio transado respecto a la moda.

No obstante, si nos guiáramos únicamente por las posiciones de las modas podría interpretarse que el activo PBR subiría más que el activo APBR lo que confirmaría una apreciación del tipo de cambio Bolsa, hecho que efectivamente sucedió y según puede apreciarse en los valores que se presentan en la siguiente tabla:

Evolución de las posiciones desde la fecha de valuación hasta el vencimiento de la opción:

	31.70%	42.68%	-7.69%
FECHA	APBR	PBR	Dólar Especie
15/04/2016	47.15	6.72	14.03
03/03/2016	35.80	4.71	15.20

## CAPITULO 4

### REFLEXIONES FINALES

A continuación, se expondrán las conclusiones arribadas y posibles escenarios de aplicación para las herramientas puestas a consideración.

#### 4.1. Conclusión

El presente trabajo abarcó como objetivo el análisis de distorsiones en la principal variable utilizada en la gestión de riesgo de portafolio (VI), en momentos donde las tensiones de oferta y demanda en el mercado cambiario se hicieron sensibles dadas las condiciones de contexto macroeconómico de Argentina, según fue explicitado en la Introducción. En tal sentido, los hallazgos identificados en el Capítulo 3, a pesar de que no permitan ser concluyente en viabilidad del modelo como pronóstico de precio, por mostrar desplazamientos significativos entre lo pronosticado y los precios al momento de ejercicio, muestra capacidad para identificar señales que pueden ser de utilidad en el seguimiento de tendencias.

Tal como se mencionó precedentemente, el hecho de utilizarse como tipo de medida la Probabilidad Neutral al Riesgo ( $P_Q$ ) podría explicar parte de la distorsión en el pronóstico de precio. No obstante, las problemáticas asociadas al volumen y las distorsiones que este origina en los modelos aplicados son según surge del trabajo y exposición de resultados, un significativo mayor en la explicación de las distorsiones predictivas.

Independientemente, es alentador identificar una herramienta con capacidad de poder captar los sentimientos de los inversores. Fueron halladas perturbaciones significativas en los momentos de intercambio de portafolio y decisiones en los máximos y los mínimos bajo el supuesto de comprender racionalmente las decisiones irracionales de los actores. Este hecho quedó planteado en el capítulo 3 como punto de investigación, dicho planteo se formuló sobre los indicios recogidos de posiciones recurrentes del precio respecto de la moda donde este resultara buen estimador de tendencia.

Se ha expuesto indicios de que, las condiciones de estudio permiten identificar la separación de modas correspondiente a la acción y su ADR, como indicador de

depreciación/apreciación del tipo de cambio. A su vez, aunque contradictorio con la normal interpretación del modelo, pueden ser individualizados momentos donde ha sido la posición del precio del activo respecto a la moda el indicador de tendencia. Esto último, podría ser explicado como un contrapunto de la falta de liquidez del derivado, impulsando necesariamente a los operadores a tomar posiciones en el activo subyacente y desestimar las ventajas proporcionadas por operar a través del derivado lo que generaría posibilidades de arbitraje que no se materializan.

A diferencia de lo esperado, donde se pretendía que el movimiento de precios del activo en las fechas posteriores a la valuación y hasta la fecha de ejercicio fuera en el mismo sentido de donde se posicionaran las modas respecto del precio. Los hallazgos obtenidos fueron en la mayoría de las ocasiones indicadores de tendencia según la posición del cero (Precio subyacente/Precio base) con respecto a la moda y no ajustada según lo enunciado precedentemente.

Podría ser parte de un trabajo adicional el análisis, bajo la consideración del contexto en el cual se pretendió la aplicación del modelo, de si las acciones llevadas a cabo por los inversores necesariamente se corresponden a un análisis fundado o son resultante de la materialización de decisiones contrarias a razones lógicas, que responden a actitudes de supervivencia. Podrían estar comprometidas decisiones de operadores que aún a sabiendas de que su decisión no es la de mayor eficiencia, son motivados a concretarlas solo por impulso de escapar de aquello que les propone un escenario adverso.

En cuanto a los supuestos del modelo expuestos en el Capítulo 2 para la estimación del precio de opciones, surgió la necesidad ante la inconsistencia de algunos resultados durante la calibración del modelo de realizar ajustes asociado a la forma de recolectar los datos, identificándose como necesidad central asociar el tick de transacción de la opción a la hora que el mismo se produce, lo que permitirá adoptar políticas de descarte de datos en función de desvíos horarios significativos y de esta forma no vincularlos a precios extemporáneos. Por tanto, la determinación de un proxy adecuado de volatilidad implícita debería considerar el precio transado del subyacente al momento que se produce el tick de transacción en la opción, esto contribuiría a la determinación de un valor de la VI que capte de forma adecuada la expectativa del inversor en el precio, también permitiría aislar aquellas transacciones que se alejen del espacio temporal de un grupo utilizadas para la extrapolación proxy en cálculo de la curva de Volatilidad Implícita.

Podría concluirse que los precios correspondientes a algunas observaciones sobre precios de opciones, permitirían aislar la percepción de riesgo de los inversores, dichas apreciaciones pueden ser derivadas como reflejo del comportamiento de la volatilidad implícita en determinadas situaciones mediante la valuación de opciones por medio del método de BSM, dado que se trata de un activo con la particularidad de ser más sensible a las reacciones por razones de apalancamiento y fecha de maduración cercana (Forward Looking).

Es de destacar, que se optó para este trabajo por la no inclusión en los análisis de los precios correspondientes a contratos futuros operados por los mercados MAE y Rofex, esta definición se fundamenta principalmente en que los contratos citados son liquidados con valor de referencia proporcionado por el BCRA a través de la Comunicación A 3500 correspondiente al valor de referencia del tipo de cambio dólar mayorista.

En lo que respecta a los volúmenes operados en opciones puede hacerse mención a lo siguiente:

Un factor que explica el volumen en determinados momentos está relacionado con que los precios de las opciones en el mercado brasileño expiran mensualmente los terceros lunes de cada mes, y es un mercado que al igual que el argentino no cuenta con un balance de liquidez en las plazas de opciones de compra y venta siendo estas últimas de menor liquidez. Esto explica en buena parte el comportamiento del activo en su cotización de NYSE como reflejo de una contrapartida de escasez de puntas en opciones de venta.

Por otro lado, en el mercado de Buenos Aires por lo general solo se identificó liquidez adecuada en opciones ATM, en tanto que las OTM o ITM reducen considerablemente su volumen producto de pocos traders que intervengan en estrategias combinadas.

Sería eje para la orientación de próximos trabajos el hecho de que los desvíos entre pronóstico y estimado, podría corresponderse con la resultante de conductas contradictorias a la razón por parte de los inversores y a contracciones en la oferta y demanda lo que se reflejaría como alteraciones en la formación de precio, propia de la creciente aversión al riesgo. Es entonces producto de las limitantes contempladas que el modelo ha sido capaz de mostrar la incerteza de los actores en los puntos identificados como notables.

## 4.2. Trabajo de Investigación a futuro

Como en todo proceso de investigación quedan interrogantes vigentes. Todos los procesos de implementación y verificación empírica requieren muestras de trabajo para poder realizar la contrastación de las ideas con los hechos y resultantes de aplicación de modelos. En tal sentido podría plantearse aplicar las mismas metodologías para observar el comportamiento de las DNR en otros mercados y circunstancias, donde existen franjas horarias de convivencia entre plazas de diferentes continentes. En ocasiones estos mercados coinciden u operan en simultaneidad a horas muy cercanas de darse a conocer indicadores relevantes que definen significativamente el comportamiento del tipo de cambio para pares específicos EUR/USD // JPY/USD. Contar con información de comportamiento de opciones en ambas plazas y su consecuente análisis podría favorecer la elaboración de proxys que permitan anticipar el sentimiento del mercado en cuanto a la información a ser develada. Este hecho permitiría evidentemente la adopción de políticas de cobertura para los momentos de mayor volatilidad del mercado.

Como ámbitos puntuales de utilización encuentro de utilidad la aplicación de este modelo durante decisiones que pueden implicar rupturas de paradigmas, un ejemplo de ello puede ser el momento de votación sobre la Salida del Reino Unido de la Unión Europea (Brexit); a su vez, considero que el modelo puede contar con capacidad de develar intervenciones de Bancos Centrales a través de mercados de futuros, o bien la identificación de filtraciones de información que puedan afectar significativamente los tipos de cambios bilaterales.

*En el presente trabajo he de destacar que lo que he pretendido enfatizar es que los activos de los mercados no son compartimentos estancos que únicamente se circunscriben a los sucesos propios y particulares de cada uno sino más bien son el resultante de la conjunción de sucesos, lo que lleva a la gestión de riesgos a ser pensada y entendida como una dinámica abierta, evolutiva y adaptativa en el tiempo.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ait-Sahalia, Y., y Lo, A. W. (2000). Nonparametric risk management and implied risk aversion. *Journal of econometrics*, 94 (1), 9–51.
- Bahra, B. (1997). Implied risk-neutral probability density functions from option prices: theory and application.
- Bates, D. S. (1991). The crash of '87: Was it expected? the evidence from options markets. *Journal of Finance*, 1009–1044.
- Bliss, R. R., & Panigirtzoglou, N. (2002). Testing the stability of implied probability density functions. *Journal of Banking & Finance*, 26(2-3), 381-422.
- Breeden, D. T., y Litzenberger, R. H. (1978). Prices of state-contingent claims implicit in option prices. *Journal of business*, 621–651.
- Capiński, M. J., Capiński, M., & Zastawniak, T. (2012). *Numerical Methods in Finances with C++*. Cambridge University Press.
- Casparri, M.T., Fronti, J.G., & Krimker, G. (2008). *Notas de Análisis Numérico con aplicación al Cálculo Actuarial*. Omicron.
- Derman, Emanuel (2008). *Lectures on the Smile*. Columbia University. Disponible en: <http://www.emanulderman.com/writing/entry/lectures-on-the-smile-2008>
- Dumas, B., Fleming, J., & Whaley, R. E. (1998). Implied volatility functions: Empirical tests. *The Journal of Finance*, 53(6), 2059-2106
- Fabozzi, F. J., Pollack, I. M., & Fabozzi, T. D. (2005). *The Handbook of Fixed Income Securities* (Vol.491). New York. McGraw-Hill.
- Focardi, S. M., & Fabozzi, F. J. (2004). *The mathematics of financial modeling and investment management* (Vol. 138). John Wiley & Sons.
- Gemmill, G., & Saflekos, A. (2000). Search in. *Journal of Derivatives*, 7(3), 83-98.
- Halls-Moore, M. L. (2012). *C++ for Quantitative Finance*. Edición Digital. Disponible en: <https://www.quantstart.com>
- Hull, John C. (2009). *Mercados de Futuros y Opciones*. Pearson Educación.
- Jorion, P. (2007). *Financial risk manager handbook* (Vol. 406). John Wiley & Sons.
- Jorion, P. (2001). *Value at risk: the new benchmark for managing financial risk* (Vol. 2). New York: McGraw-Hill..
- Joshi, M. S. (2008). *C++ design patterns and derivatives pricing* (Vol. 2). Cambridge University Press..
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. Farrar, Straus and Giroux.

- Lin, X. S., y Cols. (2006). *Introductory stochastic analysis for finance and insurance* (Vol. 557). John Wiley & Sons.
- Lin, X. S. (2006). Stochastic Calculus: Advanced Topics. *Introductory Stochastic Analysis for Finance and Insurance*, 173-195.
- London, J. (2005). *Modeling derivatives in C++* (Vol. 263). John Wiley & Sons.
- Malz, A. M. (1996). Using option prices to estimate realignment probabilities in the European Monetary System: The case of sterling-mark. *Journal of International Money and Finance*, 15(5), 717-748.
- Melick, W. R., & Thomas, C. P. (1997). Recovering an asset's implied PDF from option prices: an application to crude oil during the Gulf crisis. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 32(1), 91-115
- Mikosch, T. (1998). *Elementary stochastic calculus, with finance in view* (Vol. 6). World Scientific Publishing Company.
- Moore, M. (2002). *One Dimensional Brownian Motion*. Edición Digital. Disponible en: <http://www.sfu.ca/~rpyke/335/projects/matthew/BrownianMotion.pdf>
- Neftci, S., Kosowski, R. (2015). *Principles of Financial Engineering*. ELSEVIER.
- Odegaard, B. A. (2007). *Financial Numerical Recipes in C++*. Edición Digital. Disponible en: [http://www1.uis.no/ansatt/odegaard/gcc\\_prog/recipes/recipes.pdf](http://www1.uis.no/ansatt/odegaard/gcc_prog/recipes/recipes.pdf)
- Rebeco, G. (2007). *Macroeconomía: teoría y políticas*. Pearson Educación
- Rolski, T., Schmidli, H., Schmidt, V., & Teugels, J. L. (2009). *Stochastic processes for insurance and finance* (Vol. 505). John Wiley & Sons.
- Rubinstein, M. (1994). Implied binomial trees. *Journal of Finance*, 49, 771-818.
- Shimko, D. C., Tejima, N., y Van Deventer, D. R. (1993). The pricing of risky debt when interest rates are stochastic. *The Journal of Fixed Income*, 3 (2), 58–65.
- Shreve, Steven E. (1996). *Stochastic Calculus and Finance I Binomial Asset Pricing Model*. Springer Science & Business Media.
- Shreve, S. E. (2004). *Stochastic calculus for finance II: Continuous-time models* (Vol. 11). Springer Science & Business Media.
- Soderlind, P. y Svenson, L: (1997). New techniques to extract market expectations from financial instruments. *Journal of Monetary Economics*, 40, 383-429.
- Taylor, S. J. (2007). *Asset price dynamics, volatility, and prediction*. Princeton university press.
- Tsay, R. S. (2005). *Analysis of financial time series* (Vol. 543). John Wiley & Sons.

- Wilmott, P., Howison, S., & Dewynne, J. (1995). *The mathematics of financial derivatives: a student introduction*. Cambridge University Press.
- Wooldridge, J. M. (2006). *Introducción a la econometría: un enfoque moderno*. Editorial Paraninfo.

#### RESOLUCIONES:

- Resolución General 3819 (16 diciembre de 2015). *Impuesto a las Ganancias y sobre los Bienes Personales; Régimen de Percepción y Adelanto De Impuesto - Implementación*. Disponible en:  
<http://www.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/255000-259999/256982/norma.htm>.
- Resolución General 3450 y Modificatoria (15 de marzo de 2013). *Operaciones efectuadas en el exterior canceladas mediante tarjetas de crédito*. Disponible en:  
<http://www.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=209507>
- Resolución General 3583 (27 de enero de 2014). *Impuesto a las ganancias y sobre los bienes personales; Adquisición de moneda extranjera para tenencia*. Disponible en:  
<http://www.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=225729>

## GLOSARIO

**ADR:** Certificado de depósito de acciones que cotiza en un mercado extranjero correspondiente a acciones del mercado local.

**Arbitraje:** La operación de comprar y vender un título simultáneamente en dos mercados diferentes para adquirir ventaja de las inconsistencias de la valoración del mercado.

**Ask:** Punta vendedora. Indica cantidad y precio al cual se está dispuesto a vender.

**Bid:** Punta Compradora. Indica cantidad y precio al cual se está dispuesto a comprar.

**Curstosis:** Es una medida que sirve para analizar el grado de concentración que presentan los valores de una variable analizada alrededor de la zona central de la distribución de frecuencias, sin necesidad de generar el gráfico

**Derivado:** Instrumento cuyo precio depende o se deriva del precio de otro activo.

**Distribución Implícita:** Distribución del precio futuro de un activo implícito de los precios de opciones.

**Distribución Leptocúrtica:** Presenta un elevado grado de concentración alrededor de los valores centrales de la variable.

**Distribución logarítmica normal:** Una variable tiene una distribución logarítmica normal cuando el logaritmo de la variable tiene una distribución normal.

**Distribución Normal:** Distribución estadística estándar en forma de campana.

**Estrés Cambiario:** Cuando la variable de tipo de cambio adquiere valores extremos (máximos y mínimos) por un corto período de tiempo tras un rally de precios.

**Flotación Sucia:** Situación en la que se encuentran aquellas monedas cuyo tipo de cambio se fija libremente en función de la oferta y la demanda, pero en la que el banco central se reserva el derecho a intervenir comprando o vendiendo para estabilizar la moneda y conseguir los objetivos económicos. Este tipo de flotación es el que se da en la mayoría de los casos.

**Foráneo:** Extranjero

**Hipótesis de los Mercados Eficientes:** Hipótesis según la cual los precios de los activos reflejan la información relevante.

**Market maker:** Hacedores de mercado.

**MedPosPre:** Campo utilizado para exponer si la posición de la moda identifico la tendencia seguida por el activo subyacente.

**Mercado de Capitales:** Mercado Financiero de títulos a largo plazo.

**Moda:** Es el punto en torno al cual se ubican los valores más probables de una variable.

**Modelo Black-Scholes:** Modelo para valorar opciones europeas sobre acciones, desarrollado por Fischer Black, Myron Scholes y Robert Merton.

**Opción:** Instrumento financiero que da al poseedor el derecho, pero no la obligación, de comprar o vender un activo específico a un precio concreto sobre él o antes de una fecha dada.

**Opción Americana:** Opción que se ejecuta en cualquier momento de la vida de la opción.

**Opción “call”:** Opción de compra

**Opción Europea:** Opción que puede ejercitarse únicamente al final de la vida de la opción.

**Opción in the money:** a) Opción de compra en la que el precio del activo es mayor que el precio de ejercicio o b) Opción de venta en la que el precio del activo es menor que el precio de ejercicio.

**Opción out of the money:** a) Opción de compra en la que el precio del activo es menor que el precio de ejercicio o b) Opción de venta en la que el precio del activo es mayor que el precio de ejercicio.

**Opción “put”:** Opción de venta

**Operatoria de Cable:** Es la operatoria que permite ingresar o sacar divisas del país utilizando un intermediario sin necesidad de pasar por el mercado oficial de cambio.

**Portafolio:** Conjunto de Activos

**Precio de ejercicio:** Precio al que el activo subyacente puede comprarse o venderse en un contrato de opciones. También se denomina precio Strike.

**Prima:** Precio de una opción.

**Solver:** Es una herramienta de análisis que tienes en el programa Excel.

**Sonrisa de Volatilidad:** Variación de la volatilidad implícita en el precio de ejercicio.

**Spread:** Diferencia de cotización Bid/Ask

**Stop Loss:** Máxima pérdida soportada en un activo. son órdenes de compra o venta de valores cotizados en Bolsa condicionadas a que se alcance un precio determinado

**Subyacente:** Activo de referencia en un contrato de derivados.

**Tick:** refleja la información de una transacción puntual.

**Volatilidad Histórica:** Volatilidad estimada a partir de datos históricos.

**Volatilidad Implícita:** Volatilidad implícita del precio de una opción usando el modelo de Black-Scholes-Merton o uno semejante.

**Volatilidad:** Medida de la incertidumbre del rendimiento obtenido sobre un activo.

## ANEXO

### CODIGOS FUENTES DESARROLLADOS

#### - Obtención de parámetros y cálculo de las RND Activo Local

Sub Genera\_Estructura\_CALCULA\_TODO\_ARGENTINA\_Arreglo\_PDF()

' Genera\_Estructura\_Apl.\_Formulas\_ARGENTINA\_FINAL Macro

```
Selection.AutoFilter
Columns("C:K").Select
Selection.Insert Shift:=xlToRight, CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove
Columns("A:A").Select
Selection.Cut
Columns("I:I").Select
ActiveSheet.Paste
Columns("B:B").Select
Selection.Cut
Columns("A:A").Select
ActiveSheet.Paste
Columns("O:O").Select
Selection.Cut Destination:=Columns("Q:Q")
Columns("O:O").Select
Selection.Delete Shift:=xlToLeft
Rows("1:1").Select
Selection.Insert Shift:=xlDown, CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove
Columns("A:A").Select
Selection.NumberFormat = "m/d/yyyy"
Columns("I:I").Select
Columns("I:I").EntireColumn.AutoFit
Range("B5").Select
Range("A2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "FECHA"
Range("R1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.000001"
Range("T1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.002"
Range("B2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Fecha Vto"
Range("C2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Div Yield"
Range("D2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "T"
Range("E2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "r"
Range("F2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "S/K"
Range("G2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "S"
Range("H2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "K"
```

Range("I2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "DESCRIPCION"  
 Range("J2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "TIPO"  
 Range("K2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "Moneyness"  
 Range("Q2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "Vol\_Impl"  
 Range("R2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "a"  
 Range("S2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "xv"  
 Range("T2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "yv"  
 Range("U2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "Sum. Cuadr."  
 Range("V2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "Calculo"  
 Range("W2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "Vol Impl Mod"  
 Range("X2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND WOI"  
 Range("Y2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "Suma Rango"  
 Range("Z2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND WOI"  
 Range("AA2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "a"  
 Range("AB2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "xv"  
 Range("AC2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "yv"  
 Range("AD2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "Sum Cuadr."  
 Range("AE2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "Calculo"  
 Range("AF2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "Vol Impl Mod"  
 Range("AG2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND CLASIC"  
 Range("AH2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "Suma Rango"  
 Range("AI2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND CLASIC"  
 Range("AJ2").Select

' Le doy las formulas a la primera fila N° 3

Range("B3").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "=DATE(CONCATENATE("'"20'",MID(RC[7],15,2)),MID(RC[7],9,2),MID(RC[7],12,2))"  
 Range("C3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=0.00%"

Selection.Style = "Percent"

Range("D3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(NETWORKDAYS(RC[-3],RC[-2]))/252"

Selection.NumberFormat = "General"

Range("E3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "5.00%"

Selection.Style = "Percent"

Range("F3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[1]/RC[2]-1"

Selection.NumberFormat = "General"

Range("G3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=+VLOOKUP(RC[-6],'Cotizacion BS AS'!C[-6]:C,5,FALSE)"

Selection.NumberFormat = "General"

Range("H3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MID(RC[1],19,6)/1"

Selection.NumberFormat = "General"

Range("J3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MID(RC[-1],18,1)"

Range("K3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = \_

"=IF(RC[-1]="P",IF(RC[-3]>RC[-4],"ITM","OTM"),IF(RC[-3]>RC[-4],"OTM","ITM"))"

Range("Q3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = \_

"=OptionVol(RC[-7],RC[-10],RC[-9],RC[-13],RC[-12],RC[-5],RC[-14])"

Selection.Style = "Percent"

Range("R3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.000009"

Range("S3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "3.72"

Range("T3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.52"

Range("U3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=100\*(RC[-4]-RC[2])^2\*RC[-5]"

Range("W3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-5]\*RC[-15]^2+(RC[-4])\*RC[-15]+RC[-3]"

Selection.Style = "Percent"

Range("X3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = \_

"=PDF(RC[-17],RC[-16],RC[-20],RC[-19],RC[-4],RC[-5],RC[-6])"

Selection.Style = "Percent"

Range("AA3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.000009"

Range("AB3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "3.72"

Range("AC3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "52.00"

Range("AD3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=100\*(RC[-13]-RC[2])^2"

Range("AF3").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-5]\*RC[-24]^2+RC[-4]\*RC[-24]+RC[-3]"

```

Selection.Style = "Percent"
Range("AG3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=PDF(RC[-26],RC[-25],RC[-29],RC[-28],RC[-4],RC[-5],RC[-6])"
Selection.Style = "Percent"
Range("AH2").Select

```

' Le doy las formulas a la primera fila N° 4

```

o = 1
dd4 = 4
mj1 = 0
ll4 = Cells(dd4, o).Value
Do While ll4 <> ""
mj1 = mj1 + 1
dd4 = dd4 + 1
ll4 = Cells(dd4, o).Value
Loop

pb1 = 4
Do While pb2 < mj1
ia1 = 2
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=DATE(CONCATENATE(""20"",MID(RC[7],15,2)),MID(RC[7],9,2),MID(RC[7],12,2))"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
Selection.Style = "Percent"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(NETWORKDAYS(RC[-3],RC[-2]))/252"
Selection.NumberFormat = "General"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
Selection.Style = "Percent"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[1]/RC[2]-1"
Selection.NumberFormat = "General"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=+VLOOKUP(RC[-6],'Cotizacion BS AS'!C[-6]:C,5,FALSE)"
Selection.NumberFormat = "General"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MID(RC[1],19,6)/1"
Selection.NumberFormat = "General"
ia1 = ia1 + 2
Cells(pb1, ia1).Select

```

```

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MID(RC[-1],18,1)"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(RC[-1]="P",IF(RC[-3]>RC[-4],""ITM"",""OTM""),IF(RC[-3]>RC[-4],""OTM"",""ITM""))"
ia1 = ia1 + 6
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=OptionVol(RC[-7],RC[-10],RC[-9],RC[-13],RC[-12],RC[-5],RC[-14])"
Selection.Style = "Percent"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=110*(RC[-4]-RC[2])^2*RC[-5]"
ia1 = ia1 + 2
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-5]*RC[-15]^2+RC[-4]*RC[-15]+RC[-3]"
Selection.Style = "Percent"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=PDF(RC[-17],RC[-16],RC[-20],RC[-19],RC[-4],RC[-5],RC[-6])"
Selection.Style = "Percent"
ia1 = ia1 + 3
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=100*(RC[-13]-RC[2])^2"
ia1 = ia1 + 2
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-5]*RC[-24]^2+RC[-4]*RC[-24]+RC[-3]"
Selection.Style = "Percent"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=PDF(RC[-26],RC[-25],RC[-29],RC[-28],RC[-4],RC[-5],RC[-6])"

```

```

Selection.Style = "Percent"
Cells(1, 1).Select

pb1 = pb1 + 1
pb2 = pb2 + 1

Loop

' COMIENZO LOS CALCULOS DE LAS INTERPOLACIONES Y DE LOD RND
' Antes tengo que dejar la ESTRUCTURA DE DATOS ORDENADA POR CALL Y POR PUT

Rows("2:2").Select
Selection.AutoFilter
ActiveSheet.AutoFilter.Sort.SortFields.Clear
ActiveSheet.AutoFilter.Sort.SortFields.Add _
    Key:=Range("J2"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption _
    :=xlSortNormal
With ActiveSheet.AutoFilter.Sort
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
ActiveSheet.AutoFilter.Sort.SortFields.Clear
ActiveSheet.AutoFilter.Sort.SortFields.Add _
    Key:=Range("A2"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption _
    :=xlSortNormal
With ActiveSheet.AutoFilter.Sort
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Rows("2:2").Select
Selection.AutoFilter

' CONTROLAR SIEMPRE que esten activos en referencia los complementos de libreria
' EuroTool
' Solver

' Cells(NUMERO DE FILA, NUMERO DE COLUMNA).Value

' LA FILA QUE COMIENZA EN LA LINEA 3 TIENE QUE SER UN CALL "C"

I1 = "C"
I2 = "C"
kc1 = 0
' se le pone las constantes a d1 y d2 para que indique donde se comienza a realizar los cálculos
d1 = 3

```

```

d2 = 4
o = 10
j = 1
Do While l2 = "C" Or l2 = "P"

l1 = Cells(d1, o).Value
l2 = Cells(d2, o).Value
l3 = Cells(d1, j).Value
l4 = Cells(d2, j).Value
If l1 <> l2 Or l3 <> l4 Then
kc1 = kc1 + 1
End If
d1 = d1 + 1
d2 = d2 + 1
Loop
nk1 = kc1
nk2 = 1
' y0 implica el numero donde comienzo el trabajo de las celdas
y0 = 3

o = 1 ' indica la columna de la fecha
y = y0
S = y + 1
j = 10 ' indica la columna de si es C o P

Do While nk1 > nk2 ' inicio el bucle principal
ak = 0

n1 = Cells(y, o).Value
n2 = Cells(S, o).Value
p1 = Cells(y, j).Value
p2 = Cells(S, j).Value

Do While n1 = n2 And p1 = p2
If n1 = n2 And p1 = p2 Then
ak = ak + 1
End If

y = y + 1
S = S + 1
n1 = Cells(y, o).Value
n2 = Cells(S, o).Value
p1 = Cells(y, j).Value
p2 = Cells(S, j).Value

Loop
' este es el corrector si quiero el rango sino no lo necesito ak = ak + 1

Rows(y).Select

```

```

Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlEdgeLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlEdgeTop).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
    .LineStyle = xlDouble
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThick
End With
Selection.Borders(xlEdgeRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
h = y - ak

a = h
' 21 indica la columna donde estan los datos que se van a sumar, eso es (b)
b = 21
s1 = b + 1
s2 = b + 4
s2a = s2 - 1
s3 = b + 13
s3a = s3 - 1
j1 = b - 1
j2 = b - 3
' el comando True me fija las celdas pongo las sumas de las celdas que quiero controlar
Cells(y, s1).Select
ActiveCell.Formula = "=SUM(" & Range(Cells(h, b), Cells(y, b)).Address(False, False) & ")"

Cells(y, s2).Select
ActiveCell.Formula = "=SUM(" & Range(Cells(h, s2a), Cells(y, s2a)).Address(False, False) & ")"
Selection.Style = "Percent"

Cells(y, s3).Select
ActiveCell.Formula = "=SUM(" & Range(Cells(h, s3a), Cells(y, s3a)).Address(False, False) & ")"
Selection.Style = "Percent"

' Se le da color a la fila que va a recibir los cambios
j2a = j1 - 1
Range(Cells(h, j2), Cells(h, j1)).Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .Color = 65535
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
SolverReset
SolverOptions MaxTime:=100, Iterations:=300, Precision:=0.0001, StepThru:=False, Estimates:=2, Derivatives:=2,
SearchOption:=2, _
    IntTolerance:=0, Scaling:=True, Convergence:=0.01, AssumeNonNeg:=False

```

```

SolverOk SetCell:=Cells(y, s1), MaxMinVal:=2, ValueOf:=0, ByChange:=Range(Cells(h, j2), Cells(h, j1)), _
Engine:=2, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
SolverAdd CellRef:=Cells(h, j2), Relation:=3, FormulaText:="0.00015"
SolverAdd CellRef:=Cells(h, j2a), Relation:=1, FormulaText:="-0.07"
SolverAdd CellRef:=Cells(h, j1), Relation:=3, FormulaText:="3"
SolverSolve userFinish:=True
' SolverOptions MaxTime:=100, Iterations:=100, Precision:=0.000001, StepThru:=False, Estimates:=1, Derivatives:=2,
SearchOption:=1, _
    IntTolerance:=0, Scaling:=False, Convergence:=0.001, AssumeNonNeg:=False
' SolverSolve userFinish:=True

```

' En esta parte resuelvo la suma de los ponderados de los RND calculados

' Voy a dividir las celdas contra Cells(y, s2) h es la posición donde comienzo

' hay que repetir la acción ak + 1 veces

```

dk = ak
h1 = h
s4 = s2 + 1
s4a = s2 - 1
s5 = s3 + 1
Do While dk >= 0
Cells(h1, s4).Select
ActiveCell.Formula = "=" & Range(Cells(h1, s2a), Cells(h1, s2a)).Address(False, False) & "/" & Range(Cells(y, s2),
Cells(y, s2)).Address(False, False) & "="
Cells(h1, s5).Select
ActiveCell.Formula = "=" & Range(Cells(h1, s3a), Cells(h1, s3a)).Address(False, False) & "/" & Range(Cells(y, s3),
Cells(y, s3)).Address(False, False) & "="
h1 = h1 + 1
dk = dk - 1
Loop

```

' Tengo que volver a repetir lo que paso en el módulo anterior Desfazado

' 21 + 9 indica la columna donde están los datos que se van a sumar, eso es (b)

b = 21 + 9

s1 = b + 1

j1 = b - 1

j2a = b - 2

j2 = b - 3

' el comando True me fija las celdas pongo las sumas de las celdas que quiero controlar

Cells(y, s1).Select

ActiveCell.Formula = "=SUM(" & Range(Cells(h, b), Cells(y, b)).Address(False, False) & "="

' Se le da color a la fila que va a recibir los cambios

Range(Cells(h, j2), Cells(h, j1)).Select

With Selection.Interior

.Pattern = xlSolid

.PatternColorIndex = xlAutomatic

.Color = 65535

.TintAndShade = 0

```

        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    SolverReset
    SolverOptions MaxTime:=100, Iterations:=300, Precision:=0.0001, StepThru:=False, Estimates:=2, Derivatives:=2,
    SearchOption:=2, _
        IntTolerance:=0, Scaling:=True, Convergence:=0.01, AssumeNonNeg:=False
    SolverOk SetCell:=Cells(y, s1), MaxMinVal:=2, ValueOf:=0, ByChange:=Range(Cells(h, j2), Cells(h, j1)), _
    Engine:=2, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
    SolverAdd CellRef:=Cells(h, j2), Relation:=3, FormulaText:="0.00015"
    SolverAdd CellRef:=Cells(h, j2a), Relation:=1, FormulaText:="-0.07"
    SolverAdd CellRef:=Cells(h, j1), Relation:=3, FormulaText:="3"
    SolverSolve userFinish:=True
' SolverOptions MaxTime:=100, Iterations:=100, Precision:=0.000001, StepThru:=False, Estimates:=1, Derivatives:=2,
SearchOption:=1, _
    IntTolerance:=0, Scaling:=False, Convergence:=0.001, AssumeNonNeg:=False
' SolverSolve userFinish:=True

' Cargo las variables para que se produzca el LOOP
y0 = y
nk2 = nk2 + 1
y = y + 1
S = S + 1
Loop

End Sub

```

## - Obtención de parámetros y cálculo de las RND Activo Foraneo

```

Sub Genera_Estructura_CALCULA_TODO_US_NYSE_Arreglo_PDF()
'
' Genera_Estructura_Apl._Formulas_NYSE_FINAL Macro
'
    Selection.AutoFilter
    Columns("C:K").Select
    Selection.Insert Shift:=xlToRight, CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove
    Columns("A:A").Select
    Selection.Cut
    Columns("I:I").Select
    ActiveSheet.Paste
    Columns("B:B").Select
    Selection.Cut
    Columns("A:A").Select
    ActiveSheet.Paste
    Columns("O:O").Select
    Selection.Cut Destination:=Columns("Q:Q")
    Columns("O:O").Select
    Selection.Delete Shift:=xlToLeft
    Rows("1:1").Select
    Selection.Insert Shift:=xlDown, CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove
    Columns("A:A").Select

```

Selection.NumberFormat = "m/d/yyyy"  
Columns("I:I").Select  
Columns("I:I").EntireColumn.AutoFit  
Range("B5").Select  
Range("A2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "FECHA"  
Range("B2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Fecha Vto"  
Range("C2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Div Yield"  
Range("D2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "T"  
Range("E2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "r"  
Range("F2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "S/K"  
Range("G2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "S"  
Range("H2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "K"  
Range("I2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "DESCRIPCION"  
Range("J2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "TIPO"  
Range("K2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Moneyiness"  
Range("Q2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Vol\_Impl"  
Range("R2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "a"  
Range("S2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "xv"  
Range("T2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "yv"  
Range("U2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Sum. Cuadr."  
Range("V2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Calculo"  
Range("W2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Vol Impl Mod"  
Range("X2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND WOI"  
Range("Y2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Suma Rango"  
Range("Z2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND WOI"  
Range("AA2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "a"  
Range("AB2").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "xv"  
Range("AC2").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "yv"  
 Range("AD2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "Sum Cuadr."  
 Range("AE2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "Calculo"  
 Range("AF2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "Vol Impl Mod"  
 Range("AG2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND CLASIC"  
 Range("AH2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "Suma Rango"  
 Range("AI2").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND CLASIC"  
 Range("AJ2").Select

' Le doy las formulas a la primera fila N° 3

Range("B3").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "=DATE(CONCATENATE("'"20"'",MID(RC[7],14,2)),MID(RC[7],8,2),MID(RC[7],11,2))"  
 Range("C3").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "=0.00%"  
 Selection.Style = "Percent"  
 Range("D3").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(NETWORKDAYS(RC[-3],RC[-2]))/252"  
 Selection.NumberFormat = "General"  
 Range("E3").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "5.00%"  
 Selection.Style = "Percent"  
 Range("F3").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[1]/RC[2]-1"  
 Selection.NumberFormat = "General"  
 Range("G3").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "=+VLOOKUP(RC[-6],'Cotizacion NYSE'!C[-6]:C,5,FALSE)"  
 Selection.NumberFormat = "General"  
 Range("H3").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MID(RC[1],18,6)/1"  
 Selection.NumberFormat = "General"  
 Range("J3").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MID(RC[-1],17,1)"  
 Range("K3").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = \_  
 "=IF(RC[-1]="P",IF(RC[-3]>RC[-4],""ITM"",""OTM""),IF(RC[-3]>RC[-4],""OTM"",""ITM""))"  
 Range("Q3").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = \_  
 "=OptionVol(RC[-7],RC[-10],RC[-9],RC[-13],RC[-12],RC[-5],RC[-14])"  
 Selection.Style = "Percent"  
 Range("R3").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.000009"  
 Range("S3").Select  
 ActiveCell.FormulaR1C1 = "3.72"  
 Range("T3").Select

```

ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.52"
Range("U3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=100*(RC[-4]-RC[2])^2*RC[-5]"
Range("W3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-5]*RC[-15]^2+RC[-4]*RC[-15]+RC[-3]"
Selection.Style = "Percent"
Range("X3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=PDF(RC[-17],RC[-16],RC[-20],RC[-19],RC[-4],RC[-5],RC[-6])"
Selection.Style = "Percent"
Range("AA3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.000009"
Range("AB3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "3.72"
Range("AC3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.52"
Range("AD3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=100*(RC[-13]-RC[2])^2"
Range("AF3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-5]*RC[-24]^2+RC[-4]*RC[-24]+RC[-3]"
Selection.Style = "Percent"
Range("AG3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=PDF(RC[-26],RC[-25],RC[-29],RC[-28],RC[-4],RC[-5],RC[-6])"
Selection.Style = "Percent"
Range("AH2").Select

```

' Le doy las formulas a la primera fila N° 4

```

o = 1
dd4 = 4
mj1 = 0
ll4 = Cells(dd4, o).Value
Do While ll4 <> ""
mj1 = mj1 + 1
dd4 = dd4 + 1
ll4 = Cells(dd4, o).Value
Loop

pb1 = 4
Do While pb2 < mj1

ia1 = 2
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=DATE(CONCATENATE(""20"",MID(RC[7],14,2)),MID(RC[7],8,2),MID(RC[7],11,2))"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
Selection.Style = "Percent"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select

```

```

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(NETWORKDAYS(RC[-3],RC[-2]))/252"
Selection.NumberFormat = "General"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
Selection.Style = "Percent"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[1]/RC[2]-1"
Selection.NumberFormat = "General"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "="+VLOOKUP(RC[-6],'Cotizacion NYSE!C[-6]:C,5,FALSE)"
Selection.NumberFormat = "General"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MID(RC[1],18,6)/1"
Selection.NumberFormat = "General"
ia1 = ia1 + 2
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MID(RC[-1],17,1)"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(RC[-1]="P",IF(RC[-3]>RC[-4],""ITM"",""OTM""),IF(RC[-3]>RC[-4],""OTM"",""ITM""))"
ia1 = ia1 + 6
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=OptionVol(RC[-7],RC[-10],RC[-9],RC[-13],RC[-12],RC[-5],RC[-14])"
Selection.Style = "Percent"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=100*(RC[-4]-RC[2])^2*RC[-5]"
ia1 = ia1 + 2
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-5]*RC[-15]^2+RC[-4]*RC[-15]+RC[-3]"
Selection.Style = "Percent"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=PDF(RC[-17],RC[-16],RC[-20],RC[-19],RC[-4],RC[-5],RC[-6])"
Selection.Style = "Percent"

```

```

ia1 = ia1 + 3
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-1]C"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=100*(RC[-13]-RC[2])^2"
ia1 = ia1 + 2
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-5]*RC[-24]^2+RC[-4]*RC[-24]+RC[-3]"
Selection.Style = "Percent"
ia1 = ia1 + 1
Cells(pb1, ia1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=PDF(RC[-26],RC[-25],RC[-29],RC[-28],RC[-4],RC[-5],RC[-6])"
Selection.Style = "Percent"
Cells(1, 1).Select

pb1 = pb1 + 1
pb2 = pb2 + 1

Loop

' COMIENZO LOS CALCULOS DE LAS INTERPOLACIONES Y DE LOD RND
' Antes tengo que dejar la ESTRUCTURA DE DATOS ORDENADA POR CALL Y POR PUT

Rows("2:2").Select
Selection.AutoFilter
ActiveSheet.AutoFilter.Sort.SortFields.Clear
ActiveSheet.AutoFilter.Sort.SortFields.Add _
    Key:=Range("J2"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption _
    :=xlSortNormal
With ActiveSheet.AutoFilter.Sort
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
ActiveSheet.AutoFilter.Sort.SortFields.Clear
ActiveSheet.AutoFilter.Sort.SortFields.Add _
    Key:=Range("A2"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption _
    :=xlSortNormal
With ActiveSheet.AutoFilter.Sort
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False

```

```

.Orientation = xlTopToBottom
.SortMethod = xlPinYin
.Apply
End With
Rows("2:2").Select
Selection.AutoFilter

' CONTROLAR SIEMPRE que estén activos en referencia los complementos de librería
' EuroTool
' Solver

' Cells(NUMERO DE FILA, NUMERO DE COLUMNA).Value
' LA FILA QUE COMIENZA EN LA LINEA 3 TIENE QUE SER UN CALL "C"
I1 = "C"
I2 = "C"
kc1 = 0
' se le pone las constantes a d1 y d2 para que indique donde se comienza a realizar los cálculos
d1 = 3
d2 = 4
o = 10
j = 1
Do While I2 = "C" Or I2 = "P"
I1 = Cells(d1, o).Value
I2 = Cells(d2, o).Value
I3 = Cells(d1, j).Value
I4 = Cells(d2, j).Value
If I1 <> I2 Or I3 <> I4 Then
kc1 = kc1 + 1
End If
d1 = d1 + 1
d2 = d2 + 1
Loop

nk1 = kc1
nk2 = 1
' y0 implica el numero donde comienzo el trabajo de las celdas
y0 = 3
o = 1 ' indica la columna de la fecha
y = y0
S = y + 1
j = 10 ' indica la columna de si es C o P
Do While nk1 > nk2 ' inicio el bucle principal
ak = 0

n1 = Cells(y, o).Value
n2 = Cells(S, o).Value
p1 = Cells(y, j).Value
p2 = Cells(S, j).Value

Do While n1 = n2 And p1 = p2
If n1 = n2 And p1 = p2 Then

```

```

ak = ak + 1
End If

    y = y + 1
    S = S + 1
n1 = Cells(y, o).Value
n2 = Cells(S, o).Value
p1 = Cells(y, j).Value
p2 = Cells(S, j).Value
Loop
' este es el corrector si quiero el rango sino no lo necesito ak = ak + 1
    Rows(y).Select
    Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlEdgeLeft).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlEdgeTop).LineStyle = xlNone
    With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
        .LineStyle = xlDouble
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlThick
    End With
    Selection.Borders(xlEdgeRight).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
    h = y - ak

    a = h
' 21 indica la columna donde están los datos que se van a sumar, eso es (b)
    b = 21
    s1 = b + 1
    s2 = b + 4
    s2a = s2 - 1
    s3 = b + 13
    s3a = s3 - 1
    j1 = b - 1
    j2a = b - 2
    j2 = b - 3
' el comando True me fija las celdas pongo las sumas de las celdas que quiero controlar
    Cells(y, s1).Select
    ActiveCell.Formula = "=SUM(" & Range(Cells(h, b), Cells(y, b)).Address(False, False) & ")"

    Cells(y, s2).Select
    ActiveCell.Formula = "=SUM(" & Range(Cells(h, s2a), Cells(y, s2a)).Address(False, False) & ")"
    Selection.Style = "Percent"

    Cells(y, s3).Select
    ActiveCell.Formula = "=SUM(" & Range(Cells(h, s3a), Cells(y, s3a)).Address(False, False) & ")"
    Selection.Style = "Percent"

' Se le da color a la fila que va a recibir los cambios

```

```

Range(Cells(h, j2), Cells(h, j1)).Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .Color = 65535
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
SolverReset
SolverOptions MaxTime:=100, Iterations:=300, Precision:=0.0001, StepThru:=False, Estimates:=2, Derivatives:=2,
SearchOption:=2, _
    IntTolerance:=0, Scaling:=True, Convergence:=0.01, AssumeNonNeg:=False
SolverOk SetCell:=Cells(y, s1), MaxMinVal:=2, ValueOf:=0, ByChange:=Range(Cells(h, j2), Cells(h, j1)), _
Engine:=2, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
SolverAdd CellRef:=Cells(h, j2), Relation:=3, FormulaText:="0.0021"
SolverAdd CellRef:=Cells(h, j2a), Relation:=1, FormulaText:="-0.28"
SolverAdd CellRef:=Cells(h, j1), Relation:=3, FormulaText:="1"
SolverSolve userFinish:=True
' SolverOptions MaxTime:=100, Iterations:=100, Precision:=0.000001, StepThru:=False, Estimates:=1, Derivatives:=2,
SearchOption:=1, _
    IntTolerance:=0, Scaling:=False, Convergence:=0.001, AssumeNonNeg:=False
' SolverSolve userFinish:=True

' En esta parte resuelvo la suma de los ponderados de los RND calculados
' Voy a dividir las celdas contra Cells(y, s2) h es la posición donde comienzo
' hay que repetir la acción ak + 1 veces

dk = ak
h1 = h
s4 = s2 + 1
s4a = s2 - 1
s5 = s3 + 1
Do While dk >= 0
Cells(h1, s4).Select
ActiveCell.Formula = "=" & Range(Cells(h1, s2a), Cells(h1, s2a)).Address(False, False) & ")/(" & Range(Cells(y, s2),
Cells(y, s2)).Address(False, False) & ")"
Cells(h1, s5).Select
ActiveCell.Formula = "=" & Range(Cells(h1, s3a), Cells(h1, s3a)).Address(False, False) & ")/(" & Range(Cells(y, s3),
Cells(y, s3)).Address(False, False) & ")"
h1 = h1 + 1
dk = dk - 1
Loop

' Tengo que volver a repetir lo que paso en el modulo anterior Desfazado

' 21 + 9 indica la columna donde estan los datos que se van a sumar, eso es (b)
b = 21 + 9
s1 = b + 1
j1 = b - 1

```

```

j2a = b - 2
j2 = b - 3
' el comando True me fija las celdas pongo las sumas de las celdas que quiero controlar
Cells(y, s1).Select
ActiveCell.Formula = "=SUM(" & Range(Cells(h, b), Cells(y, b)).Address(False, False) & ")"

' Se le da color a la fila que va a recibir los cambios

Range(Cells(h, j2), Cells(h, j1)).Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .Color = 65535
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
SolverReset
SolverOptions MaxTime:=100, Iterations:=300, Precision:=0.0001, StepThru:=False, Estimates:=2, Derivatives:=2,
SearchOption:=2, _
    IntTolerance:=0, Scaling:=True, Convergence:=0.01, AssumeNonNeg:=False
SolverOk SetCell:=Cells(y, s1), MaxMinVal:=2, ValueOf:=0, ByChange:=Range(Cells(h, j2), Cells(h, j1)), _
Engine:=2, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
SolverAdd CellRef:=Cells(h, j2), Relation:=3, FormulaText:="0.0021"
SolverAdd CellRef:=Cells(h, j2a), Relation:=1, FormulaText:="-0.28"
SolverAdd CellRef:=Cells(h, j1), Relation:=3, FormulaText:="1"
SolverSolve userFinish:=True
' SolverOptions MaxTime:=100, Iterations:=100, Precision:=0.000001, StepThru:=False, Estimates:=1, Derivatives:=2,
SearchOption:=1, _
    IntTolerance:=0, Scaling:=False, Convergence:=0.001, AssumeNonNeg:=False
' SolverSolve userFinish:=True
' Cargo las variables para que se produzca el LOOP
y0 = y
nk2 = nk2 + 1
y = y + 1
S = S + 1
Loop

End Sub

```

## - Vuelve los datos a cero para reproceso de tablas

```

Sub ESTRUCTURA_A_CERO_DESP_DE_CALCULOS ()
'
' ESTRUCTURA_A_CERO_DESP_DE_CALCULOS Macro
'
'
Columns("I:I").Select
Selection.Cut

```

```

Columns("A:A").Select
Selection.Insert Shift:=xlToRight
Columns("C:K").Select
Range("K1").Activate
Selection.Delete Shift:=xlToLeft
Columns("H:AF").Select
Selection.Delete Shift:=xlToLeft
Columns("G:G").Select
Selection.Cut
Columns("F:F").Select
Selection.Insert Shift:=xlToRight
Rows("1:1").Select
Selection.Delete Shift:=xlUp
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlEdgeLeft).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlEdgeTop).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlEdgeBottom).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlEdgeRight).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
Range("A1").Select
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
Selection.AutoFilter
End Sub

```

## - Genera el Merge de resultados de cálculos entre Tablas

```
Sub DEFINITIVO_CONJUNCION_fechas_estructura_datos()
```

```
'.....0000000000000000.....
```

```
'DEFINO LAS VARIABLES QUE VAN A SER ASIGNADAS A LOS NOMBRES DE LAS HOJAS DE TRABAJO
```

```
'.....0000000000000000.....
```

```
ObjetivoHoja1 = "PBR US 10 18 14 I"
```

```
ObjetivoHoja2 = "APBR AR 10 17 14 I"
```

```
ObjetivoHojaUnion = "CONJ_US_I_AR_I_201410"
```

```
Sheets.Add.Name = ObjetivoHojaUnion ' inserto hoja donde se realizara la Unión de Datos
```

```
Worksheets(ObjetivoHoja1).Activate
```

```
Dim ultimafila As Double ' defino variable que almacenara el valor de la ultima fila
```

```
ultimafila = ActiveSheet.UsedRange.Row - 1 + ActiveSheet.UsedRange.Rows.Count
```

```

'-----0000000000000000-----
'ERROR DE LA PRUEBA: cuando la mayor cant de datos están en la primera fecha adiciona una de más
'           cuando la mayor cantidad de datos están en la segunda fila se resta uno
'-----0000000000000000-----

' Defino los valores iniciales para que comience los cálculos
oe = 1 ' la primera columna de la primera hoja de trabajo
e1 = 3 ' la primera línea con datos en la primera hoja de trabajo
e2 = 4
iio1 = 1
ioo2 = 0
io1 = Cells(e1, oe).Value
io2 = Cells(e2, oe).Value
' propongo un estado donde se revierten
' los cálculos es decir dónde vengo a empezar después de una secuencia
Line4:
Do While io1 = io2

    iio1 = iio1 + 1

    e1 = e1 + 1
    e2 = e2 + 1
    io1 = Cells(e1, oe).Value
    io2 = Cells(e2, oe).Value
' le clavo una ruptura al proceso para no quedar loopeando
' If io2 = "" Then GoTo Line5
Loop
iio1 = iio1
iio1 = 0
' la variable ioo2 asume el valor si la variable ioo1 lo supera
If ioo1 > ioo2 Then
    ioo2 = ioo1
    iio1 = 0
    e1 = e1 + 1
    e2 = e2 + 1
    io1 = Cells(e1, oe).Value
    io2 = Cells(e2, oe).Value
End If
iio1 = 0
    e1 = e1 + 1
    e2 = e2 + 1
    io1 = Cells(e1, oe).Value
    io2 = Cells(e2, oe).Value
If io2 = "" Then GoTo Line5
GoTo Line4
Line5:
MsgBox "Conto: iio1 " & iio1
MsgBox "Conto2: ioo2 " & ioo2
MsgBox "Conto3: ultimafila " & ultimafila
'Empiezo a replicar las fechas
y = 5

```

```

yhj = ioo2 + 1
'obtengo los valores de la hoja 1
Worksheets(ObjetivoHoja1).Activate
uValor = Cells(5, 1).Value ' va a ser la fecha que le voy a dar para que empiece a repetir (variable a definir)
kg = Cells(ultimafila, 1).Value ' va a tener el valor de la fecha con la que quiero que no se siga
'paso a hacer los trabajos en la hoja 2
Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Activate
Cells(3, 1) = uValor
'tengo que meter un copy
yh = yh + 1
y = 4
Line2:
' replico el valor que traje de la hoja 1 las veces que cargo y paso la variable ioo2 a la variable yhj
Do While yh < yhj
  Cells(y, 1).Select
  ActiveCell.FormulaR1C1 = "=+R[-1]C"
  y = y + 1
  yh = yh + 1
Loop
'Cells(y, 3).Select
'kl = Cells(y, 3).Value
'If kl > kg Then GoTo Line7

Cells(y, 1).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=+R[-1]C+1"
kl = Cells(y, 1).Value

If kl > kg Then GoTo Line7
y = y + 1
yh = 1

GoTo Line2
Line7:

Range("A2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "FECHA INDICE"
Range("B2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "FECHA NYSE"
Range("C2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "S/K-1"
Range("D2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Vol Impl"
Range("E2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND WOI"
Range("F2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND CLASIC"
Range("G2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "TIPO"
Range("H2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND WOI Pond."
Range("I2").Select

```

```

ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND CLASIC Pond."
Range("L2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "FECHA ARGENTINA"
Range("M2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "S/K-1"
Range("N2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Vol Impl"
Range("O2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND WOI"
Range("P2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND CLASIC"
Range("Q2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "TIPO"
Range("R2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND WOI Pond."
Range("S2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "RND CLASIC Pond."

```

```
'-----00000000000-----
```

```
'hasta acá se posicionaron las fechas del primer archivo
```

```
'COMIENZO A PEGAR LA SELECCION DE LOS DATOS DE LA PRIMERA TABLA
```

```
'-----00000000000-----
```

```
'Me paro en la hoja donde comienzo el trabajo de copiado
```

```
Worksheets(ObjetivoHoja1).Activate
```

```
' Primero que nada me tengo que asegurar que los valores estén y que no hayan quedado formulas
```

```
Cells.Select
```

```
Selection.Copy
```

```
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
```

```
:=False, Transpose:=False
```

```
y0 = 3 ' indica la fila donde inicio el conteo
```

```
fecha0 = Cells(y0, 1).Value
```

```
Fecha1 = Cells(y0, 1).Value
```

```
o = 1 ' indica la columna de la fecha
```

```
y = y0
```

```
S = y + 1
```

```
Fecha2 = Cells(ultimafila, 1).Value ' voy a tener que determinar cual es el N? de resgitro que contiene
```

```
' la ultima fecha
```

```
Do While Fecha1 <> ""
```

```
ak = 0 ' pongo la variable que va a contar las filas en cero
```

```
n1 = Cells(y, o).Value
```

```
n2 = Cells(S, o).Value
```

```
Do While n1 = n2
```

```
If n1 = n2 Then
```

```
ak = ak + 1
```

```
End If
```

```
y = y + 1
```

```
S = S + 1
```

```
n1 = Cells(y, o).Value
```

```
n2 = Cells(S, o).Value
```

```

Loop
ak = ak + 1
'MsgBox "Contar ak: " & ak ' ak representa la cantidad de registros que tengo que copiar
DM = n1 - fecha0
'MsgBox "Contar DM: " & DM ' DM determina cuantos días existe entre fecha y fecha
    ' multiplicado por los días entre fechas de la serie copiado
    ' me genera dice cuál es el registro en el que me tengo que posicionar para copiar

zxc = DM * (ioo2 + 1) + y0 ' definir una variable que me va a dar como resultado el posicionamiento del
    ' registro, puedo hacer esto porque uso todas las fechas del mes calendario
    ' 13 es la variable de cantidad de registros entre fecha y fecha que me
    ' determino el módulo de máximo cantidad de registros entre fecha

'MsgBox "Contar zxc: " & zxc
ycopy = y - ak + 1 ' defino desde que registro comienzo a copia
'MsgBox "Contar ycopy: " & ycopy
j1 = 2
j2 = 1
j3 = 3
j4 = 6
j5 = 4
j6 = 17
j7 = 5
j8 = 24
j9 = 6
j10 = 33
j11 = 7
j12 = 10
j13 = 8 'S
j14 = 26 'Columna Z
j15 = 9 'Columna O
j16 = 35 'Columna AI

'Worksheets(ObjetivoHoja1).Range(Cells(ycopy, j1), Cells(y, j2)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, j2) ' copia un rango de datos

Worksheets(ObjetivoHoja1).Range(Cells(ycopy, j2), Cells(y, j2)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, j1) ' copia una fila vertical de datos

Worksheets(ObjetivoHoja1).Range(Cells(ycopy, j4), Cells(y, j4)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, j3) ' copia una fila vertical de datos

Worksheets(ObjetivoHoja1).Range(Cells(ycopy, j6), Cells(y, j6)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, j5) ' copia una fila vertical de datos

Worksheets(ObjetivoHoja1).Range(Cells(ycopy, j8), Cells(y, j8)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, j7) ' copia una fila vertical de datos

Worksheets(ObjetivoHoja1).Range(Cells(ycopy, j10), Cells(y, j10)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, j9) ' copia una fila vertical de datos

Worksheets(ObjetivoHoja1).Range(Cells(ycopy, j12), Cells(y, j12)).Copy _

```

```

Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, j11) ' copia una fila vertical de datos

Worksheets(ObjetivoHoja1).Range(Cells(ycopy, j14), Cells(y, j14)).Copy _
Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, j13) ' copia una fila vertical de datos

Worksheets(ObjetivoHoja1).Range(Cells(ycopy, j16), Cells(y, j16)).Copy _
Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, j15) ' copia una fila vertical de datos

y = y + 1
S = S + 1
Fecha1 = Cells(S, o).Value
Loop
' este es el corrector si quiero el rango sino no lo necesito ak = ak + 1

'-----00000000000-----
'finalizo el copiado de datos de la primera tabla
'COMIENZO A PEGAR LA SELECCION DE LOS DATOS DE LA SEGUNDA TABLA
'-----00000000000-----
'Me paro en la hoja donde comienzo el trabajo de copiado
Worksheets(ObjetivoHoja2).Activate

' Primero que nada me tengo que asegurar que los valores estén y que no hayan quedado formulas
Cells.Select
Selection.Copy
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False

fechao = fecha0

Dim ultimafila2 As Double ' defino variable que almacenara el valor de la última fila
ultimafila2 = ActiveSheet.UsedRange.Row - 1 + ActiveSheet.UsedRange.Rows.Count
y0 = 3 ' indica la fila donde inicio el conteo
fecha0 = Cells(y0, 1).Value
Fecha1 = Cells(y0, 1).Value
o = 1 ' indica la columna de la fecha
y = y0
S = y + 1
Fecha2 = Cells(ultimafila2, 1).Value ' voy a tener que determinar cuál es el N? de registro que contiene
' la última fecha
Do While Fecha1 <> ""
ak = 0 ' pongo la variable que va a contar las filas en cero
n1 = Cells(y, o).Value
n2 = Cells(S, o).Value
Do While n1 = n2
If n1 = n2 Then
ak = ak + 1
End If
y = y + 1
S = S + 1
n1 = Cells(y, o).Value

```

```

n2 = Cells(S, o).Value
Loop
ak = ak + 1
'MsgBox "Contar ak: " & ak ' ak representa la cantidad de registros que tengo que copiar
DM = n1 - fechoa
'MsgBox "Contar DM: " & DM ' DM determina cuantos días existe entre fecha y fecha
    ' multiplicado por los días entre fechas de la serie copiado
    ' me genera dice cuál es el registro en el que me tengo que posicionar para copiar

zxc = DM * (ioo2 + 1) + y0 ' defini una variable que me va a dar como resultado el posicionamiento del
    ' registro, puedo hacer esto porque uso todas las fechas del mes calendario
    ' 13 es la variable de cantidad de registros entre fecha y fecha que me
    ' determino el módulo de máximo cantidad de registros entre fecha

'MsgBox "Contar zxc: " & zxc

ycopy = y - ak + 1 ' defino desde que registro comienzo a copia
'MsgBox "Contar ycopy: " & ycopy
'j1 = 1
'j2 = 5
jj1 = 12 'Pego la fecha
jj2 = 1
jj3 = 13 'Pego S/K-1
jj4 = 6
jj5 = 14 'Pego la volatilidad Implícita
jj6 = 17
jj7 = 15 ' pego la RND ponderada
jj8 = 24
jj9 = 16 'pego la RND sin ponderar
jj10 = 33
jj11 = 17 'ident si es call o put
jj12 = 10
jj13 = 18 ' pego la RND que busca 1 ponderada
jj14 = 26
jj15 = 19 ' pego la rnd que busca 1 sin ponderar
jj16 = 35
'Worksheets(ObjetivoHoja2).Range(Cells(ycopy, j1), Cells(y, j2)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, j2) ' copia un rango de datos

Worksheets(ObjetivoHoja2).Range(Cells(ycopy, jj2), Cells(y, jj2)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, jj1) ' copia una fila vertical de datos

Worksheets(ObjetivoHoja2).Range(Cells(ycopy, jj4), Cells(y, jj4)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, jj3) ' copia una fila vertical de datos

Worksheets(ObjetivoHoja2).Range(Cells(ycopy, jj6), Cells(y, jj6)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, jj5) ' copia una fila vertical de datos

Worksheets(ObjetivoHoja2).Range(Cells(ycopy, jj8), Cells(y, jj8)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, jj7) ' copia una fila vertical de datos

```

```

Worksheets(ObjetivoHoja2).Range(Cells(ycopy, jj10), Cells(y, jj10)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, jj9)          ' copia una fila vertical de datos

Worksheets(ObjetivoHoja2).Range(Cells(ycopy, jj12), Cells(y, jj12)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, jj11)      ' copia una fila vertical de datos

Worksheets(ObjetivoHoja2).Range(Cells(ycopy, jj14), Cells(y, jj14)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, jj13)      ' copia una fila vertical de datos

Worksheets(ObjetivoHoja2).Range(Cells(ycopy, jj16), Cells(y, jj16)).Copy _
    Destination:=Worksheets(ObjetivoHojaUnion).Cells(zxc, jj15)

y = y + 1
S = S + 1
Fecha1 = Cells(S, o).Value
Loop
' Inmovilizacion de panel a la altura de la segunda fila
    Range("A2").Select
    ActiveWindow.FreezePanes = True
End Sub

```