

**EFFECTO DE LAS SONRISAS DE VOLATILIDAD EN EL PRECIO DE LAS
OPCIONES DEL MERCADO DE ESTADOS UNIDOS**

ANA CAROLINA QUINTERO FELIZZOLA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍAS ADMINISTRATIVAS
COBERTURA Y ESPECULACIÓN
BUCARAMANGA**

2012

**EFFECTO DE LAS SONRISAS DE VOLATILIDAD EN EL PRECIO DE LAS
OPCIONES DEL MERCADO DE ESTADOS UNIDOS**

ANA CAROLINA QUINTERO FELIZZOLA

Tesis de grado para optar el título de Ingeniera Financiera

Asesor

MARIA EUGENIA SERRANO ACEVEDO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍAS ADMINISTRATIVAS
COBERTURA Y ESPECULACIÓN
BUCARAMANGA**

2012

Nota de Aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

...A mis padres, a quienes debo todo lo que soy...

...A mis hermanos, quienes son la fuerza de mi diario vivir...

...A mis profesores de Facultad, quienes me guiaron, prepararon y ayudaron a mi formación como profesional...

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCIÓN	09
2. OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo General	10
2.2 Objetivos Específicos	10
3. EXPLORACIÓN TEÓRICA A LAS SONRISAS DE VOLATILIDAD Y SU APLICACIÓN EN OTROS MERCADOS	11
3.1 ¿Qué son las Sonrisas de Volatilidad?	14
3.2 Sonrisas en Opciones sobre Acciones	18
3.3 Sonrisas en Opciones sobre Divisas	12
3.4 Aplicaciones de las Sonrisas en otros mercados	24
4. FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO DE OPCIONES EN ESTADOS UNIDOS	26
4.1 Antecedentes	26
4.2 Activos Subyacentes	26
4.3 Lenguaje de Opciones	28
4.4 Negociación de Opciones	33
4.5 Comisiones	33
4.6 Garantías	33
4.7 Cámara de Compensación de Opciones	34
4.8 Fiscalidad	34
4.9 Regulación	34
4.10 Formación de los Mercados Organizados	35

	6
4.11 Mercados Over The Counter	35
4.12 Mercados de Opciones en Estados Unidos	36
5. APLICACIÓN A LAS SONRISAS DE VOLATILIDAD AL MERCADO DE OPCIONES DE ESTADOS UNIDOS SOBRE LAS ACCIONES DE HEWELTT PACKARD COMPANY	39
5.1 Inversiones de Hewlett Packard Company	39
5.2 Aplicación de Sonrisas de Volatilidad a las acciones de Hp Company	46
5.3 Modelo de Black-Scholes	48
5.4 Modelo de Black.Sholes Ajustado con volatilidades implícitas	51
6. ANALISIS DE INVERSIONES UTILIZANDO SONRISAS DE VOLATILIDAD	57
7. CONCLUSIONES	60
8. BIBLIOGRAFÍA	62

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Clasificación de las Opciones	29
Tabla 2. Características de las Opciones sobre acciones de CBOE	36
Tabla 3. Historial del precio de las acciones de HPQ	40
Tabla 4. Estadísticas de las acciones de HPQ	40
Tabla 5. Cálculo de la volatilidad histórica y precios	50
Tabla 6. Volatilidades Implícitas para opciones Call	52
Tabla 7. Volatilidades Implícitas para opciones Put	52
Tabla 8. Comparación de primas con volatilidad implícita e histórica para opciones Call ITM	54
Tabla 9. Diferencias en el precio de las primas con volatilidad implícita e histórica respecto a la cotización	54

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Cálculo de la volatilidad implícita	13
Figura 2. Opciones de compra y venta fuera del dinero	17
Figura 3. Sonrisa de volatilidades implícitas para opciones fuera del dinero	18
Figura 4. Curva de volatilidad para opciones sobre acciones	19
Figura 5. Distribución Implícita y Lognormal para opciones sobre acciones	19
Figura 6. Curva de volatilidad para opciones sobre divisas	22
Figura 7. Distribución Implícita y Lognormal para opciones sobre divisas	23
Figura 8. Compra de una Call	30
Figura 9. Compra de una Put	31
Figura 10. Venta de una Call	31
Figura 11. Venta de una Put	32
Figura 12. Utilidades anuales de HPQ	41
Figura 13. Estado de Resultados trimestral de HPQ	41
Figura 14. Precio de las acciones de HPQ	45
Figura 15. Rendimiento diario de las acciones de HPQ	46
Figura 16. Sonrisas de opciones Call	55
Figura 17. Sonrisas de opciones Put	56

1. INTRODUCCIÓN

Es común que los operadores de opciones en los mercados de capitales más desarrollados utilicen el modelo de Black – Scholes, para determinar precios. Los cambios introducidos al modelo están relacionados con la volatilidad utilizada, ya que se apartan de la volatilidad histórica propuesta por el modelo BS y utilizan la volatilidad implícita acorde a cada precio de ejercicio, formando lo que se conoce como sonrisa de volatilidad.

El efecto que trae consigo la llamada sonrisa de volatilidad para hacer una valoración más acertada sobre las opciones que se negocian en los distintos mercados, dio origen a la idea de desarrollar éste trabajo de investigación, con el cual se pretende realizar una exploración teórica más profunda sobre sonrisas y su efecto de volatilidad implícita para la aplicación de las acciones que se negocian en la compañía Heweltt-Packard.

En la primera parte se realizará una exploración conceptual y/o teórica a todos los mercados en los cuales se negocian las opciones, con el fin de conocer las aplicaciones que se han dado a las sonrisas de volatilidad.

En la segunda parte se analizarán los precios de las opciones de mercado estadounidense sobre acciones de la compañía Heweltt-Packard para aplicar sonrisas de volatilidad y para finalizar esta investigación se analizarán las inversiones en opciones utilizando las sonrisas, para determinar si es realmente un método adecuado para valorar opciones a diferencia del propuesto por Fisher Black y Myron Scholes.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el efecto que tienen las sonrisas de volatilidad en el precio de las opciones del mercado de Estados Unidos y el beneficio en las decisiones de inversión.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una exploración teórica de las sonrisas de volatilidad y su aplicación en otros mercados
- Describir el funcionamiento del mercado de Opciones en Estados Unidos.
- Aplicar las sonrisas de volatilidad al mercado de opciones de Estados Unidos, sobre acciones de la compañía Hewlett-Packard Company (HPQ), en el periodo de los 2 últimos años
- Analizar las inversiones en opciones utilizando sonrisas de volatilidad.

3. EXPLORACIÓN TEÓRICA DE LAS SONRISAS DE VOLATILIDAD Y SU APLICACIÓN EN OTROS MERCADOS

Antes de aplicar el tema de Sonrisas de Volatilidad comenzaré hablando de la volatilidad implícita que es el tipo de volatilidad que trabajaremos en este proyecto de investigación.

La interpretación más común de la volatilidad implícita es “representa una previsión del mercado sobre el valor futuro de la volatilidad, es decir, sobre las verdaderas fluctuaciones de los mercados”¹.

La volatilidad implícita (VI) es otro de los tipos de volatilidad la cual no es calculada estadísticamente, al contrario, ésta es inferida de los precios de las opciones que se negocian en los diferentes mercados. El precio de las opciones es observable en el mercado, pero la volatilidad implícita no. Esta volatilidad se calcula a partir de opciones Call y Put ATM (At The Money) que coticen en el mercado ya que estas son las más sensibles a la volatilidad.

Cuando se desea valorar una opción utilizando la fórmula Black – Scholes se requieren varias variables, tales como: el precio del ejercicio, el valor del subyacente, el tipo de interés libre de riesgo, el tiempo hasta el vencimiento, y la volatilidad de los rendimientos del subyacente.

La fórmula de Black Scholes da la medida de volatilidad implícita a partir del precio de las opciones. “El cálculo se hace mediante una iteración, ya que, no es posible invertir la fórmula de Black Scholes. Existen diversos programas que la calculan²”. Al darle la vuelta a la ecuación se puede utilizar el precio del ejercicio, el precio spot, el tiempo hasta el vencimiento y el interés libre de riesgo para calcular dicha volatilidad, ya que ésta no es constante y es variable en función del tiempo y del precio del ejercicio, es por esto que los operadores utilizan esta volatilidad para valorar opciones.

¹ Rankia, Comunidad Financiera 2007

² Lorenzo, Rosa María Alegría. Valoración de Opciones 1994 [PDF]

“Al observar la volatilidad implícita en función del precio de ejercicio se obtiene dos tipos de figuras, una función cuadrática (sonrisa de volatilidad) y una función decreciente (mueca de volatilidad).”³

Para explicar el funcionamiento de la volatilidad tomaremos el ejemplo dado por John Hull en el libro: Introducción a los mercados de futuros y opciones, pagina 277.

“Supongamos que el precio de una opción de compra sobre acciones que no pagan dividendos es 1.90, cuando $S_0=21$, $X=20$, $r=0.1$, y $T=0.25$, la volatilidad implícita es el valor de σ que sustituido en $c = S_0N(d_1) - Xe^{-rT}N(d_2)$, donde,

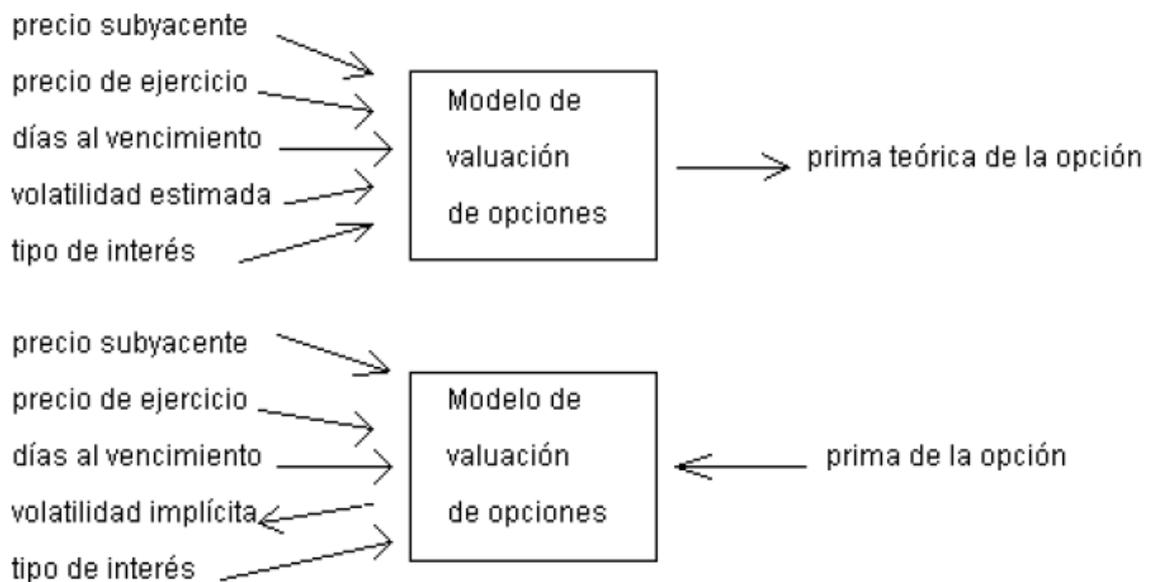
$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad \text{y} \quad d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

$C=1.90$, no es posible invertir esa ecuación, con lo cual se expresa como una función de S_0 , X , r , T y c . Sin embargo puede utilizarse un procedimiento de búsqueda iterativa para encontrar la σ implícita. Podríamos empezar intentando $\sigma=0.20$, este da un valor de $c=1.76$, que es demasiado bajo. Si c es una función creciente de σ , se necesitaría un valor más alto de σ , luego podríamos intentarlo con un valor de 0.30 para σ . Este da un valor $c=2.10$, demasiado alto y significa que debe estar entre 0.20 y 0.30. Luego, puede intentarse con un valor de $\sigma=0.25$, este valor también es demasiado alto, demostrando que está entre 0.20 y 0.25. Procediendo de esta manera, el rango para σ puede partirse en cada iteración y el valor correcto de σ puede calcularse con la exactitud requerida, mediante distintos software diseñados. En este ejemplo la volatilidad implícita es 0.242 o 24.2% anual.”

Veamos de manera grafica el cálculo de la volatilidad implícita y sus componentes:

³ García Estévez, Pablo. La Volatilidad Implícita

Figura 1. Cálculo de la volatilidad implícita



Fuente: Análisis de Volatilidad Implícita. Romina Palazo 2000

Existen muchísimos modelos para calcular la volatilidad, entre los más comunes se destacan:

- **Modelo de Black-Scholes usando Volatilidades Implícitas:** Este modelo indica que si los precios de una opción pueden determinarse a partir de la volatilidad, entonces la volatilidad se podría calcular a partir de los precios de las opciones, esto quiere decir que, la volatilidad se obtiene invirtiendo dichas formulas, en el sentido de que la incógnita será la volatilidad implícita y la prima de la opción será un dato.
- **Modelos de Volatilidad Estocástica:** Los autores que han empleado este modelo son: Wiggins (1987), Scott (1987), Johnson y Shanno (1987) y Hull y White (1987). Estos modelos incorporan comportamientos estocásticos para la volatilidad, es decir, son totalmente aleatorios. Hull y White consideran estos procesos estocásticos para el precio del activo y su varianza, y plantean la posibilidad de que la volatilidad no esté correlacionada con el precio del activo.

- **Modelos de Difusión Desplazada:** Este modelo fue propuesto por Rubinstein en 1983 y parte del supuesto de una empresa que mantiene dos tipos de activos, uno con riesgo y otro sin riesgo, con respecto al valor total de la empresa. Como conclusión se obtiene el valor de una opción con argumentos de arbitraje sin riesgo, según Cox y Ross en 1976, se puede obtener el valor de una opción call europea descontando el valor esperado futuro, bajo neutralidad al riesgo. Este modelo incluye como caso especial el modelo de Black-Scholes donde se tiene en cuenta la estructura de capital de la empresa, la diferencia es que en este modelo, la volatilidad del valor de la empresa no es constante, sino estocástica.

- **Modelos de Difusión con Saltos para la Volatilidad:** Estos modelos son planteados tradicionalmente para determinar la rentabilidad de un activo, puesto que el comportamiento de la volatilidad se representa por un proceso de difusión en tiempo continuo, intercalándose en instantes discretos variaciones importantes en la volatilidad, lo que son llamados *saltos* que pueden considerarse sistemáticos o no sistemáticos.

- **Modelos de Árbol Binomial Implícito:** Son conocidos como *modelos de valoración de opciones de la nueva generación*, surgen a raíz del resultado empírico de que las volatilidades implícitas de las opciones obtenidas del modelo de Black-Scholes difieren de forma sistemática para diferentes precios de ejercicio y diferente tiempo hasta el vencimiento. Rubinstein en el año 1985 estudia específicamente estos comportamientos.

3.1 ¿QUE ES LA SONRISA DE VOLATILIDAD?

Es la relación que existe entre la volatilidad implícita y el precio del ejercicio.

Su nacimiento se atribuye al Crash de 1987, día en que los mercados bursátiles se hundieron, el 19 de Octubre de 1987 fue el día en que las bolsas

mundiales se desplomaron a sus índices mas bajos. Fue el primer crash desde la creación del modelo de Black-Scholes en 1973.

En ese momento los traders y las personas que operaban con opciones reconocieron que en realidad las hipótesis que planteaba el modelo de BS en relación a la distribución de probabilidad que gobernaba en los mercados eran irrealistas.

Además, se descubrió que el modelo de Black-Scholes había estado infravalorado para las Puts fuera del dinero.

A partir de ese momento los traders asignan diferentes volatilidades al modelo de valoración dependiendo del precio de ejercicio de la opción.

La sonrisa de volatilidad es un tema bastante complejo y que ha sido inmensamente estudiado, para entender y profundizar más este tema, se explicará con el siguiente ejemplo:

Se tiene una opción Call y una Put valoradas por medio de Black-Scholes, que tiene un precio de acción, S_t , con un precio de ejercicio X y que expiran en la misma fecha T , σ es la volatilidad instantánea (implícita) y r la tasa constante libre de riesgo.

Dentro de los supuestos que plantea el modelo de Black-Scholes, esta el de la volatilidad constante, donde la acción del subyacente no paga dividendos y que no existen costos de transacciones, dado esto se asume que S_t sigue una ecuación diferencial estocástica geométrica:

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

Donde W_t es un proceso de Wiener definido bajo probabilidad P . μ también depende de S_t . El supuesto crucial es que el componente de difusión esta dado por σS_t .

Black-Scholes supone que la volatilidad durante un intervalo muy pequeño de precio, dt , esta dado por:

$$\sqrt{E \frac{P}{t} [(dSt - \mu St dt)^2]} = \sigma St \sqrt{dt}$$

En este caso para un intervalo pequeño Δ , se puede describir la probabilidad porcentual como:

$$\frac{\sqrt{E \frac{P}{t} [(\Delta St - \mu St \Delta)^2]}}{St} \cong \sigma \sqrt{\Delta}$$

Entonces, a medida que St cambia, la volatilidad porcentual durante los intervalos de longitud Δ permanece constante.

“Formulas tomada del libro: Ingeniería Financiera. Neftci Salih N. 2008”

Dados estos supuestos el precio según Black-Scholes para una opción Put esta dado por:

$$P(St, X, \sigma, r, T) = -StN(-d_1) + Xe^{-r(T-t)}N(-d_2)$$

Donde:

$$d_1 = \frac{\log \frac{St}{X} + \left(\frac{1}{2}\sigma^2 + r\right)(T-t)}{\sigma \sqrt{(T-t)}} \quad d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{(T-t)}$$

Si los mercados cotizan la volatilidad implícita σ , para obtener el valor de una opción con precio de ejercicio X , el inversionista pondrá los valores de S_t , T y r junto con el valor cotizado de la volatilidad σ , a la cual se realizó la negociación.

De acuerdo con esto, la formula de B-S se usa estimar el valor a una volatilidad. En contraposición dado el precio correcto de la opción Put, sería factible extraer el valor de la volatilidad implícita σ de la put con precio de ejercicio X .

Dado estos contextos, es posible definir la sonrisa de volatilidad, considerando una serie de precios de opciones puts que están fuera del dinero, con una expiración T , con precios de ejercicios X_i , denotados por P_x :

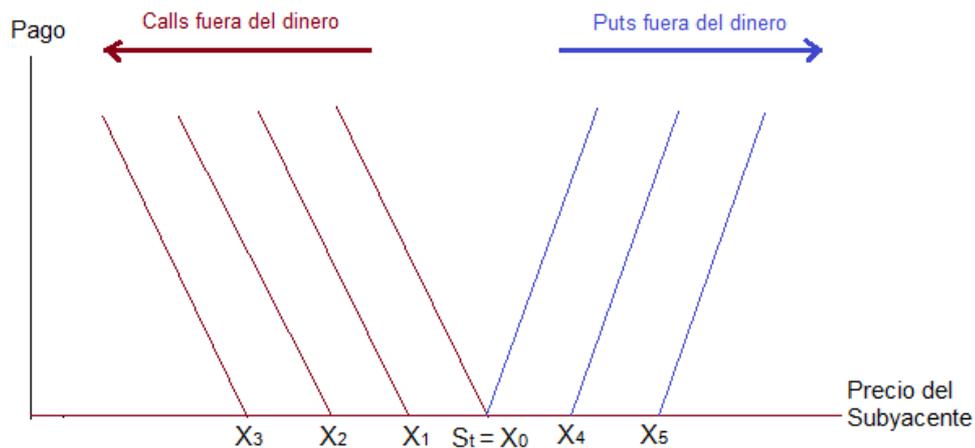
$$PX^1, \dots, PX^{n-4}$$

Para:

$$X_n < \dots < X^1 < X_0 = S_t$$

La opción de venta X_0 está en el dinero y a medida que X_i disminuye, la opción Put entra fuera del dinero, como se ilustra en la siguiente figura:

Figura 2. Opciones de compra y venta fuera del dinero



Fuente: Ingeniería Financiera. Neftci Salih N. 2008

Dado los precios de las opciones de la oferta y la demanda, es posible invertir la fórmula de Black-Scholes y hallar σ_i , que usa un inversionista para concluir la negociación sobre los P_{x_i} . Si todos los supuestos de este modelo se cumplen de forma correcta, las volatilidades implícitas serían las mismas, ya que las opciones put serían idénticas a diferencia de su precio de ejercicio

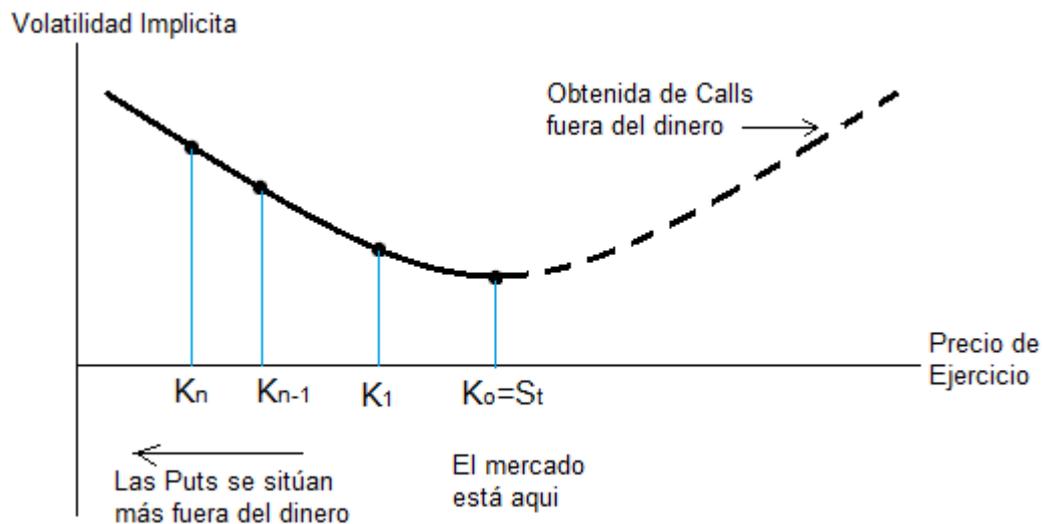
$$\sigma_{X_0} = \sigma_{X_1} = \dots = \sigma_{X_n} = \sigma$$

⁴ Neftci Salih N. Ingeniería Financiera. 2008

Dado estas evidencias los inversionistas usarían la misma volatilidad en la formula de B-S para obtener cada PX_i , donde $i=0,\dots,n$, invirtiéndola, se recuperaría la misma volatilidad σ constante a partir de los precios.

Finalmente, se concluye que la volatilidad implícita es mas alta entre más fuera del dinero se encuentre la opción Put y como resultado de se obtiene una curva sonriente, lo mismo sucedería con las opciones Call fuera de dinero. La siguiente grafica ilustra dichos movimientos:

Figura 3. Sonrisas de volatilidades implícitas para opciones fuera del dinero.

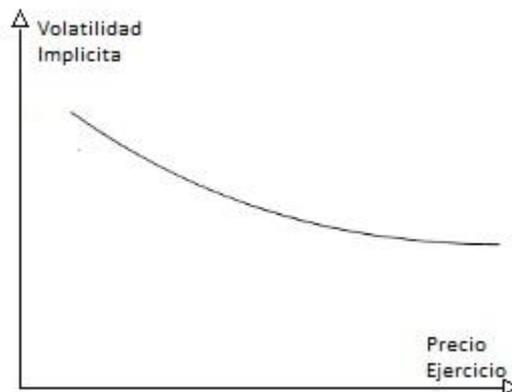


Fuente: Ingeniería Financiera. Neftci Salih N. 2008

3.2 SONRISAS EN OPCIONES SOBRE ACCIONES

En las opciones sobre acciones las llamadas sonrisas o curvas de volatilidad para valorar este tipo de opciones son denominadas *volatilidad asimétrica* y se puede representar mediante la siguiente figura.

Figura 4. Curva de Volatilidad para opciones sobre acciones.

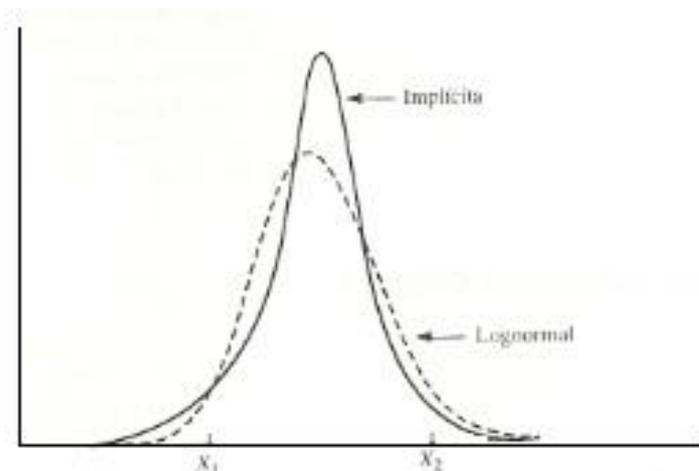


Fuente: Introducción al mercado de futuros y opciones. John Hull 2004

La volatilidad en estas opciones tiende a disminuir cuando el precio del ejercicio aumenta, tal y como lo muestra la gráfica anterior. Por lo tanto se puede afirmar que la existencia de múltiples volatilidades implícitas indica que algunas opciones son más costosas que otras.

Cuando se utiliza la volatilidad implícita para la valoración de opciones, la curva de volatilidad esta dada por una distribución de probabilidad implícita a diferencia de la utilizada al valorar por el método de black-sholes que muestra una distribución lognormal, esto se puede apreciar mediante la siguiente gráfica

Figura 5. Distribución implícita y lognormal para opciones sobre acciones.



Fuente: Introducción al mercado de futuros y opciones. John Hull 2004

Se observa que si se tiene una opción de compra que se encuentra fuera del dinero, el precio de ejercicio será menor cuando se use la distribución implícita a cuando utiliza la distribución lognormal puesto que la distribución implícita tiene una cola derecha mas delgada que la distribución lognormal.

Esto se debe a que la opción generaría beneficios solo si el precio de la opción es superior al precio del ejercicio y esta ligado a que la probabilidad de ocurrencia es muy inferior cuando se utiliza la distribución de probabilidad implícita a diferencia de una lognormal.

El mismo proceso sucedería en contraposición, donde fuera una opción de venta. Si ésta se encontrara fuera del dinero, la opción generaría beneficios únicamente si el precio de la opción está por debajo del precio de ejercicio.

Para que una distribución sea denominada lognormal el precio del activo debe cumplir los siguientes requisitos:

- ✓ “El precio del activo cambie paulatinamente, sin saltos.
- ✓ La volatilidad del activo sea constante.”⁵

“Una explicación para la curva de volatilidad en opciones sobre acciones se relaciona con el apalancamiento⁶⁷. Esto quiere decir que, si en una empresa las acciones disminuyen su valor, su apalancamiento tiende a aumentar, es decir, las acciones más riesgosas son las más volátiles. En caso contrario y contraposición cuando las acciones aumentan su valor el apalancamiento decrece y las acciones serían menos volátiles puesto que son menos riesgosas.

⁵ Hull, John C. Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones. Pag 331

⁶ El apalancamiento en mercados financieros se realiza a través del uso de margen en productos como opciones, futuros, derivados, los que se conocen como productos de margen.

⁷ Hull, John C. Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones. Pag 333

Como se manifestó al principio, la volatilidad depende del precio del ejercicio y del tiempo al vencimiento, cuando es utilizada según el vencimiento, los operadores usan una estructura temporal, puesto que la volatilidad sería decreciente en función del vencimiento porque operan con volatilidades bajas.

La estructura temporal se maneja mediante distintas matrices de volatilidad, donde se busca cual sería la volatilidad adecuada para valorar una opción donde la fecha de vencimiento y el precio del ejercicio toman cualquier valor, estas serían las dimensiones de la matriz, el cuerpo de la matriz donde se obtienen las volatilidades implícitas, éstas son calculadas mediante Black-Sholes, el faltante de la matriz es calculada mediante interpolación lineal⁸.

Si se realiza el gráfico, la curva de la opción tiende pronunciarse menos cuando el vencimiento de la opción aumenta.

$$\frac{1}{\sqrt{T}} \ln \frac{X}{F_0}$$

Algunos la definen como la curva de volatilidades, donde:

→ T : Tiempo para el vencimiento

→ F_0 : Precio a Plazo del activo

Al definir la curva de esta manera la volatilidad tiende a depender menos del tiempo para el vencimiento.

En algunas opciones cabe destacar que puede existir un exceso de curtosis que hace que las observaciones extremas sean más probables a diferencia de Black-Scholes, debido a que aumenta el valor de las opciones ITM y OTM, en relación a las opciones ATM, creando la sonrisa.

⁸ En muchas ocasiones tenemos información que relaciona los valores de dos variables, una de las cuales depende de la otra.

En el mercado norteamericano, la sonrisa de volatilidad presenta una clara asimetría, ya que por su forma de distribución que tiene el efecto de acentuar un solo lado de la curva.

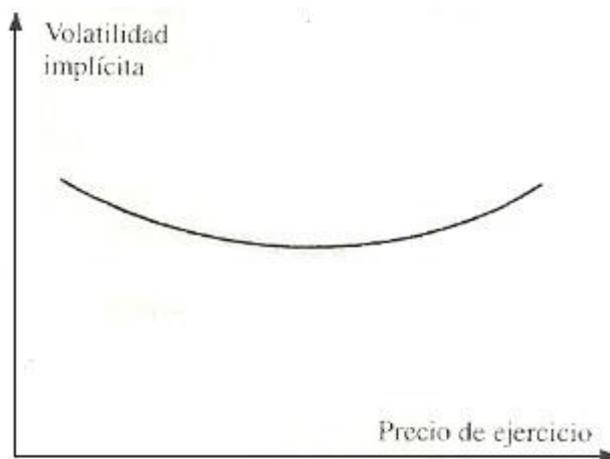
Estos efectos de asimetría y curtosis han sido investigados y tratados mediante modelos de difusión de saltos, mediante un proceso de Poisson y modelos de volatilidad estocástica.

3.3 SONRISAS EN OPCIONES SOBRE DIVISAS

Cuando se valoran este tipo de opciones, la sonrisa tiende a ser más notoria o la curva más marcada, si una opción se encuentra en dinero la volatilidad es bastante baja, a medida que la opción entra en el dinero o fuera de él, la volatilidad es más creciente.

La gráfica que muestra claramente la curva en este tipo de opciones es:

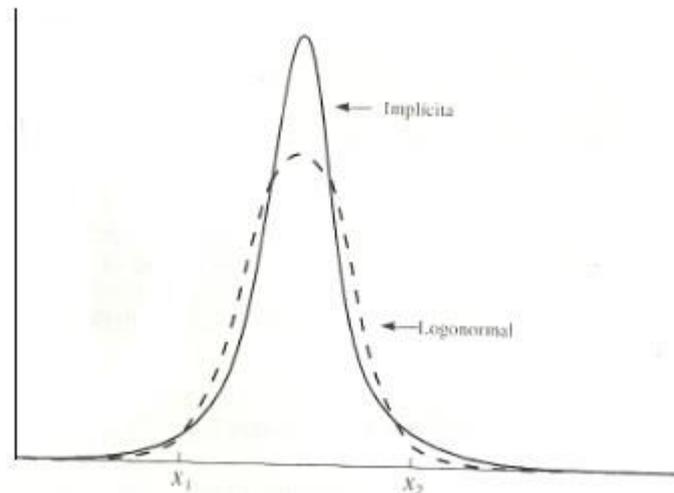
Figura 6. Curva de Volatilidad para opciones sobre divisas.



Fuente: Introducción al mercado de futuros y opciones. John Hull 2004

Analizando entonces las distribuciones de probabilidad, es posible apreciar que para la distribución implícita, las colas son más pesadas que en la distribución lognormal, este efecto se conoce como curtosis.

Figura 7. Distribución implícita y lognormal para opciones sobre divisas.



Fuente: Introducción al mercado de futuros y opciones. John Hull 2004

Cuando las opciones sobre divisas Call se encuentran OTM únicamente genera beneficios si el tipo de cambio es superior al precio de ejercicio (en la gráfica (X_2)), es más posible que esto ocurra cuando se tiene una distribución de probabilidad implícita a comparación de una lognormal, por tal razón arroja un precio más elevado para la opción. Es de recordar que si los precios son relativamente altos se debe a que son demasiado volátiles.

Ahora, si se analizan las opciones Put que también se encuentren OTM, éstas solo generarían ganancias cuando el tipo de cambio es inferior al precio de ejercicio (X_1) y al igual que en las opciones Call, tienen la misma probabilidad de ocurrencia en las distribuciones implícitas a diferencia de las lognormal.

Como se explicó anteriormente en las opciones sobre acciones, las condiciones para que el precio de un activo tenga una distribución lognormal deben ser que tenga volatilidad constante y no presente saltos, es por ello que los tipos de cambio no presentan una distribución lognormal, puesto que la volatilidad para estas opciones nunca es constante y siempre presentan saltos debido a las acciones de los bancos centrales.

El impacto de estas dos variables depende también del vencimiento de la opción.

Explorando el tema de sonrisas de volatilidad existe una variedad de estudios sobre el comportamiento experimental de dicha fórmula, cuando ésta se invierte para obtener la volatilidad implícita en el precio de mercado de las opciones, se encuentra que el precio de ejercicio tiende a estar relacionado con las volatilidades implícitas.

3.4 APLICACIONES DE LAS SONRISAS EN OTROS MERCADOS

- Mercado de opciones sobre acciones del LIFFE: Duque y Paxson EN 1993: Estudian la volatilidad implícita y la revisión de cobertura dinámica del mercado de futuros.

En ese mismo mercado el señor Heynen en el año 1993, concluyó que las opciones ITM y OTM presentaban mayor volatilidad implícita que las ATM, formando de esta manera la sonrisa.

- Mercado de opciones sobre divisas de Filadelfia: Taylor y Xu (1994), muestran que estas opciones tienen a presentar una sonrisa más pronunciada.
- Mercado de opciones sobre el índice S&P 500 y del 'European Options Exchange: Rubinstein (1994) y Dumas, Fleming y Whaley (1998), encuentran que la volatilidad implícita de este índice decrece monótonamente a medida que aumenta el precio de ejercicio, en relación del activo subyacente.
- Mercado de opciones sobre el índice IBEX-35: Bakshi, Cao y Chen (1997), Fiorentini, León y Rubio (1998), obtienen volatilidades implícitas con forma de sonrisa bajo volatilidad estocástica y modelos de difusión con saltos, donde concluyen que no son modelos efectivos y rechazan el de difusión de saltos para valorar opciones sobre acciones y divisas.

- Mercado Español: Peña, Rubio y Serna (1999), estudian el efecto que tienen los costes de transacción y liquidez sobre la sonrisa, indicando que la volatilidad es una función determinista del precio del ejercicio. Concluyen que efectivamente ese modelo no mejora el comportamiento del modelo de BS en el momento de explicar los movimientos de los precios en el mercado de opciones.
- Das y Sundaram (1999) ponen de manifiesto que la existencia de la sonrisa puede ser atribuida al conocido exceso de curtosis en las distribuciones de la rentabilidad de los activos subyacentes.
- Otra línea alternativa de investigación donde los siguientes autores emplean un procedimiento numérico binomial o trinomial, donde consiguen realizar un ajustamiento perfecto a los precios de las opciones:
Jackwerth y Rubinstein (1994 y 1996) y una serie de artículos relacionados debidos a Derman y Kani (1994), Dupire (1994), Chriss (1995) y Derman, Kani y Chriss (1996), puesto que no imponen una forma funcional paramétrica para la volatilidad como se realiza normalmente.

Estos modelos tienen como objetivo principal comprobar la estabilidad de la función volatilidad y consisten en capturar las características más importantes de los datos, ya que los arboles implícitos establecidos en la estimación numérica debe pronunciar correctamente la sonrisa de volatilidad. Los modelos más utilizados obtenidos a partir de una muestra de opciones europeas, emplean árboles binomiales recombinados implícitos en la sonrisa de volatilidad.

Pero en 1998 los señores Fleming, Whaley y Dumas analizan el comportamiento fuera de muestra y concluyen que este modelo es peor que el de Black-Scholes.

4. FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO DE OPCIONES EN ESTADOS UNIDOS

4.1 ANTECEDENTES

Así como lo expone Kartz en 1990, las opciones sobre acciones se negocian desde hace más de doscientos años. En el siglo XVIII en Europa y en los Estados Unidos se iniciaron las primeras negociaciones de compra y venta de opciones, pero estas no tenían buena imagen o reputación ya que habían muchos fraudes, estos consistían en regalar a los agentes opciones de las distintas empresas para incentivarlos a que debía recomendar a sus clientes comprar las acciones de dichas empresas.

Entre los años 50 y 60, se negociaban generalmente sobre las distintas acciones cotizadas en la Bolsa de Nueva York en el mercado Over The Counter, donde no existía un sistema normalizado de contratación y había un riesgo de crédito elevado ya que en caso de incumplimiento del vendedor, el único recurso para el comprador era acudir a los tribunales.

En el año 1973, mas específicamente el 26 de Abril comenzó a operar el Chicago Board Options Exchange (CBOE), éste es el primer mercado organizado que se crea en el mundo. A partir de ese momento, se han creado muchos más mercados de opciones en las principales plazas financieras, donde se negocian opciones sobre una gran gama de activos financieros y no financieros y su uso se ha venido generalizado para todo los tipos de agentes económicos.

4.2 ACTIVOS SUBYACENTES

Es lo el activo que se negocia en una opción, éstos suelen ser muy activos en los mercados y los más comunes son:

- Acciones: En su lenguaje financiero son denominadas "*Stock Options*". Estas opciones se negocian en todas las plazas y toman como activos

las acciones que en ellas cotizan. Frecuentemente son utilizadas como incentivos para los directivos de grandes empresas que serán beneficiados ante una buena gestión que se refleje en una subida importante en la cotización de las acciones de la empresa. Este tipo de opciones son americanas y el nominal será de 100 acciones por contrato.

- Divisas: Llamadas también "*Currency Options*". En este tipo de opciones los contratos tiene como activo divisas fuertes y sus respectivos cambios frente a otras. Las divisas que comúnmente negociadas son: los dólares americanos, canadienses y australianos, el euro, el yen japonés, y la libra esterlina.

Por ejemplo: En el NYBT (New York Board of Trade) se cotizan opciones sobre las siguientes divisas: Dólar Australiano/Dólar Neozelandés, Dólar Australiano/Dólar Canadiense, Dólar Australiano/Yen Japonés, Libra Esterlina/Yen Japonés, Dólar Canadiense/Yen Japonés, Euro/Dólar Americano, Euro/Dólar Canadiense, Euro/Libra Esterlina, Euro/Yen Japonés, Euro/Corona Noruega, Euro/Corona Sueca, Euro/Franco Suizo, Dólar Australiano/Dólar Americano, Dólar Americano/Corona Sueca, Dólar Americano/Corona Noruega, Dólar Americano/Franco Suizo, Dólar Americano/Libra Esterlina, Dólar Americano/ Yen Japonés, Dólar Americano/Rand Sudafricano, Dólar Americano/Dólar Neozelandés y Dólar Americano/Dólar Canadiense.

- Índices Bursátiles: Denominados también "*Index Options*". Cada plaza establece las opciones sobre su índice de preferencia, algunos de los mas empleados en Estados Unidos son el Dow Jones Industrial Average y el S&P.
- Activos de Renta Fija: Llamados financieramente "*Fixed Income Options*". Se toman principalmente bonos y pagarés. En Estados Unidos los activos de renta fija más frecuentes corresponden a los Bonos del Tesoro Americanos a 30 años, los Pagarés del Tesoro Americanos a 10 y 5 años que son negociados en el CBOT (Chicago Board of Trade).

- Futuros: Los activos subyacentes en este caso son futuros sobre divisas, bonos, índices o mercaderías.
- Mercancías: Designados financieramente como “*Commodity Options*”. Para este tipo de opciones se diferencian 2 grupos principales: los productos agrícolas y metales. Existen mercados especializados para cada uno de ellos, donde establecen para cada caso un contrato diferente y estandarizado para los elementos.
En el CBOT (Chicago Board of Trade), es un mercado especializado en Cereales como el Maiz, Soja, Trigo, Avena y Arroz.
En el COMEX (Commodity Exchange), especializado en Metales: Aluminio, Cobre, Oro, Platino, Plata, Paladio.
En el NYBT (New York Board of Trade), se negocian otras mercancías como el Cacao, el Azúcar, el Café, el Algodón y el Concentrado de Zumo de Naranja Congelado.

4.3 LENGUAJE DE OPCIONES

Las opciones son Clasificadas de dos formas:

- Opción Europea: Es una opción que puede ser ejercida únicamente al vencimiento
- Opción Americana: Es una opción la cual se puede ejercer en cualquier momento hasta el vencimiento, no obstante este tipo de opciones suelen ser más costosas.

Una opción es el derecho que tiene una persona de comprar o vender cualquier activo en una fecha establecida. La opción CALL, es un derecho de compra, de la misma forma funciona la opción PUT, ya que es un derecho de venta. Por el hecho de poder tener ese derecho, el comprador debe pagar un PRIMA al vendedor, ya que el vendedor siempre estará obligado a ejercer el contrato si así lo quiere el comprador.

En todos los contratos siempre se establece una fecha en la cual finaliza el contrato, esta fecha se llama: Fecha de Vencimiento (t). El valor del instrumento que se negocia en el mercado en cualquier tiempo se denomina: Precio Spot (s). El precio al que el comprador de la opción pacta con el vendedor, si se ejerce la opción se llama: Precio de Ejercicio (E). Como estamos operando en mercados financieros, aquí también se debe tener en cuenta el Tipo de Interés (i), ya que éste influye sobre el precio de las opciones. Cuando se hace referencia a las opciones sobre acciones, se puede hablar de los Dividendos (q), estos deben ser pagados únicamente a los propietarios de dichas acciones y no a los de la opción.

Dependiendo de este precio y el precio spot, se pueden clasificar las Opciones de la siguiente manera:

- In the Money (Dentro del dinero): Cuando una opción se encuentra ITM, es porque al momento de ejercerla se obtiene inmediatamente un beneficio.
- At the Money: (En el dinero): Cuando una opción se encuentra ATM, es porque la opción está entre el beneficio y la pérdida.
- Out the Money (Fuera del dinero): Cuando una opción se encuentra OTM, es porque al momento de ejercerla no se obtiene un beneficio inmediatamente.

Tabla1. Clasificación de las Opciones.

OPCIÓN	CALL	PUT
ITM	$S > E$	$E > S$
ATM	$S = E$	$E = S$
OTM	$S < E$	$E < S$

Fuente: Elaboración Propia

Valor Intrínseco: Valor que tendría una opción en un momento determinado si se ejerciera

$$V_{\text{call}} = \text{Máx}(S - E; 0)$$

$$V_{\text{put}} = \text{Máx}(E - S; 0)$$

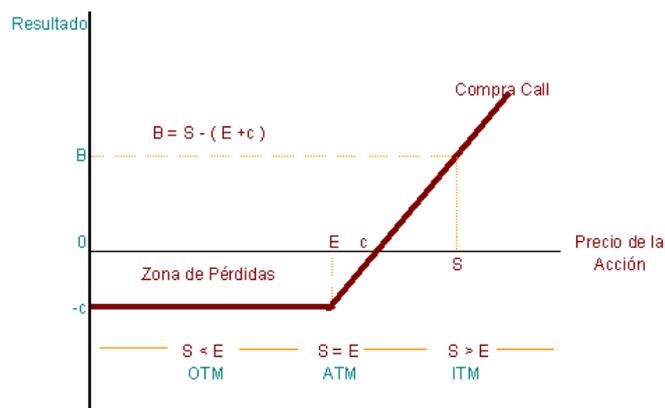
Valor Temporal: Prima – Valor Intrínseco

Cuando se adquiere una opción Call, el comprador en caso de no ejercer el contrato perdería solo el coste del **derecho** que pagó, es decir, la prima, esa sería su mayor pérdida, por tal razón se dice que tiene una pérdida limitada; mientras que sus ganancias se denominan ilimitadas, puesto que, entre mas suba el precio del activo que esta negociando, mayores serán sus beneficios

Caso contrario sucede con la persona que vende la opción Call, ya que ésta se encuentra en la **obligación** de entregar el activo, si el comprador decide ejercer el contrato, como una “garantía” de este contrato el vendedor cobra la prima, el comprador de la Opción Put tiene una pérdida limitada y es la prima que pagó, ya que si el precio de la opción sube demasiado su pérdida siempre será esa prima y su ganancia será siempre ilimitada, entre mas baje el precio del activo, mucho más serán sus beneficios.

A continuación se muestra gráficamente las 4 posiciones básicas de las opciones:

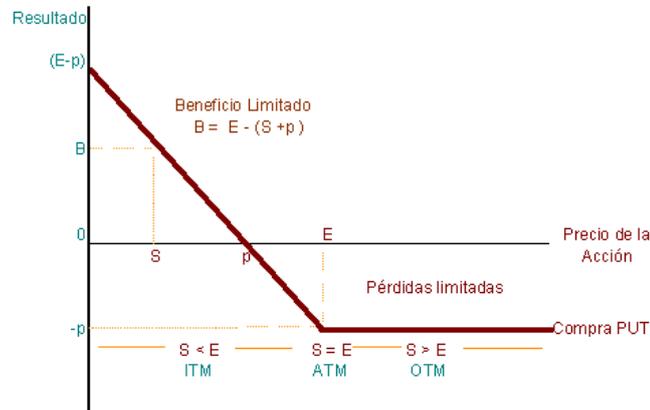
Figura 8. Compra de una Call.



Fuente: Opciones Financieras. Disponible en Web:

[<http://www.monografias.com/trabajos38/opcionesfinancieras/opciones-financieras2.shtml>]

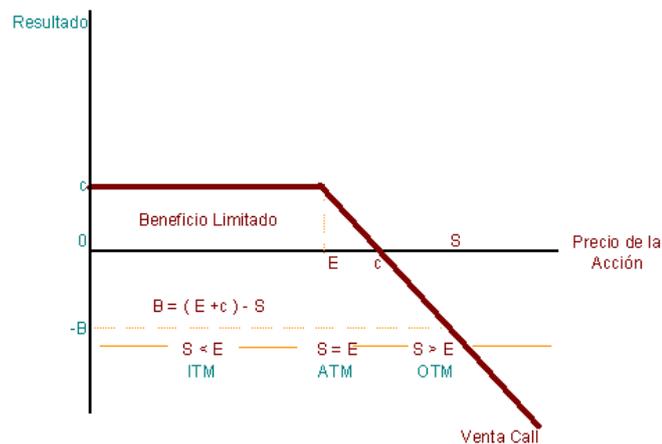
Figura 9. Compra de una Put.



Fuente: Opciones Financieras. Disponible en Web:

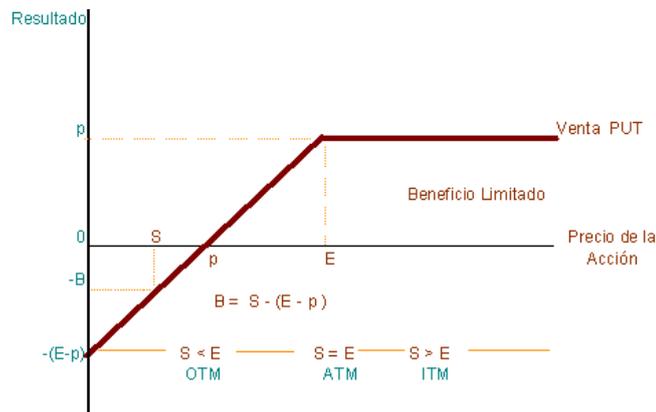
[<http://www.monografias.com/trabajos38/opcionesfinancieras/opciones-financieras2.shtml>]

Figura 10. Venta de una Call.



Fuente: Opciones Financieras. Disponible en Web:

[<http://www.monografias.com/trabajos38/opcionesfinancieras/opciones-financieras2.shtml>]

Figura 11. Venta de una Put

Fuente: Opciones Financieras. Disponible en Web:

[<http://www.monografias.com/trabajos38/opcionesfinancieras/opciones-financieras2.shtml>]

Todas las opciones son volátiles, algunas con mayor volatilidad que otras. La volatilidad es una medida estadística de las variaciones del precio de las opciones. Aquellas opciones que tienen mucha volatilidad tienden a ser más costosas que aquellas opciones con poca volatilidad.

Existen tres tipos de volatilidad que se deben distinguir claramente:

- Volatilidad Futura: Como su nombre lo indica es la volatilidad que habrá en un futuro, aquella que esperamos y ciertamente la que a todos les gustaría conocer.
- Volatilidad Implícita: Es aquella volatilidad que incorpora el precio de una opción en el mercado cuando se conocen los demás factores utilizados para calcular el valor teórico de una opción (S, E, T, q, i)
- Volatilidad Histórica: Aquella que refleja el comportamiento histórico de un tipo de opción, éste tipo de volatilidad depende fundamentalmente del intervalo de tiempo escogido para evaluarla.

4.4 NEGOCIACIÓN DE OPCIONES

Como fundamento principal, en casi todos los mercados en los cuales son negociadas las opciones se utiliza un sistema que facilita la negociación, este sistema es llamado: Creadores del mercado, éste es una persona la cual se encarga de cotizar un precio para la opción deseada cada vez que se le pida. En el lenguaje de los creadores, el **bid** es el precio al cual el creador de mercado está dispuesto a comprar y el **offer** es el precio al cual está dispuesto a vender.

La existencia de estos creadores es como un seguro para que las órdenes de compra y venta sean llevadas a cabo sin ningún tipo de retraso, por lo tanto éstos añaden liquidez al mercado.

4.5 COMISIONES

Para cualquier inversor y como cualquier negocio, existen reglas para el pago de comisiones y éstas varían significativamente. Hull en el libro Introducción al Mercado de Futuros y Opciones indica que en el caso de los mercados de opciones la máxima comisión es de 30 dólares por contrato para los primero 5 contratos y más de 20 dólares por cada contrato adicional y la mínima comisión pagada es de 3 dólares por contrato para el primer contrato y más de 2 dólares por cada contrato adicional.

4.6 GARANTÍAS

Así como sucede en el mundo de los negocios, siempre exigimos una garantía a cambio de asegurar un pagó y evitar robos o fraudes. En el mercado de opciones, especialmente cuando se adquieren acciones, los inversores utilizan una cuenta de garantía, es decir, compran con garantía. Al ser emitida la opción se emiten unos fondos a una cuenta de garantía para que el agente del inversor y el mercado estén convencidos de que el inversor no quedará mal si se llega a ejercer la opción.

4.7 CÁMARA DE COMPENSACIÓN DE OPCIONES

En los Estados Unidos la Cámara de Compensación de Opciones es la OCC (The Options Clearing Corporation), funciona como un supervisor, que vigila y garantiza que cada persona que emite la opción de cumplimiento a cada una de las obligaciones bajo las condiciones del contrato y lleva un registro de todas las posiciones de compra y venta, esto se hace a través de un miembro de la cámara el cual es la contraparte.

4.8 FISCALIDAD

En los Estados Unidos implementaron una regla general para todos los inversores. Esta regla exige que los beneficios y pérdidas generados de la compra y venta de opciones sobre acciones deben tributar como ganancias o pérdidas de capital. La regla aplica para ambas partidas, es decir, para el emisor de la opción, como para el propietario. Se establece que hay una ganancia o una pérdida cuando:

- a) Se permite que la opción llegue al vencimiento sin ser ejercida
- b) La opción se ha cerrado con una operación compensadora (emite una orden compensadora para la compra o venta de la misma opción)

Si la opción se ejerce, la ganancia o pérdida obtenida se incluye en la posición tomada en acciones y reconocida cuando esta posición es cerrada.

4.9 REGULACIÓN

Los mercados y la cámara de compensación de opciones deben fijar reglamentos para que exista buena conducta entre los operadores, además, existen autoridades reguladoras federales y estatales. Algunas de ellas son:

- ✓ La Securities Exchange Commission, que se encarga de regular el mercado de opciones en acciones, índices de acciones, divisas y bonos a nivel federal.

- ✓ Los mercados que se encuentran en los estados de Illinois y New York, aplican de forma activa sus propias reglas sobre prácticas de negociación que se consideran inaceptables. (Aquí se encuentran los mayores mercados de opciones).

4.10 FORMACIÓN DE LOS MERCADOS ORGANIZADOS DE OPCIONES

A partir del año de 1973 los mercados de opciones han sido reconocidos y apetecidos por los inversores, debido a que en el mes de Abril el Chicago Board Of Trade decidió abrir un mercado organizado el cual llamó Chicago Board Option Exchange, lo creó con la única finalidad de que se pudieran negociar opciones sobre las distintas acciones que cotizaban en bolsa. En este mercado se negocian opciones sobre índices bursátiles, tales como: S&P 100 y S&P 500, el índice Nasdaq 100 (NDX) y el Down Jones Industrial Average. También ofrece opciones sobre contratos de futuros para el maíz, el Chicago Mercantile Exchange, ofrece opciones sobre contratos de futuro sobre ganado vivo.

En el año 1975 comenzó sus negociaciones el Philadelphia Stock Exchange, hoy en día es el principal mercado de opciones sobre divisas que ofrece ambos tipos de opciones, tanto las Europeas como las Americanas.

En el mismo año también comenzó a operar el American Stock Exchange y en el año siguiente el Pacific Stock Exchange

4.11 MERCADOS OVER THE COUNTER

“Los instrumentos negociados en el mercado Over The Counter están a menudo estructurados por instituciones financieras para responder a las necesidades concretas de sus clientes”.⁹

⁹ Hull, John C. Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones, Pág. 201

Una de las ventajas que existe de este tipo de mercado es que las opciones fueron diseñadas para complacer las necesidades de los tesoreros o gestor de fondos de las empresas. Allí esas personas realizan sus negociaciones por teléfono. Además se negocia muchos activos subyacentes a dichas opciones.

4.12 MERCADOS DE OPCIONES EN ESTADOS UNIDOS

Tradicionalmente en los mercados en los cuales se negocian opciones dentro de los Estados Unidos son:

- ✓ **Chicago Board Option Exchange (CBOE):** Es el Mercado de derivados más antiguo de futuros y opciones. Tiene más de 3600 miembros que operan futuros y opciones de 48 productos diferentes en el mercado. Opera con instrumentos agrícolas (Trigo, Maíz y Avena), contratos de futuro sobre bonos de tesorería de estados unidos, opciones sobre contratos de futuro, futuros-opciones sobre el índice industrial Down Jones. Maneja también operaciones electrónicas mediante la plataforma (Alliance/CBOT/EUREX).

Haciendo referencia a las opciones sobre acciones, las siguientes son las características para este tipo de contratos:

Tabla 2. Características de Opciones sobre acciones del CBOE

Subyacente:	Nominal de 100 acciones para empresas que cotizan en bolsa o en mercados OTC
Intervalos de Precio:	2 y 1/2 de puntos cuando el precio de ejercicio esta entre \$ 5 y \$ 25. 5 puntos cuando el precio está entre \$ 25 y \$ 200, y 10 puntos cuando el precio es más de \$ 200.
Precio de Ejercicio:	Se registran inicialmente en la lista los precios de ejercicios ITM, ATM y OTM. Una nueva serie se añaden generalmente cuando hay operaciones a través del precio de ejercicio más alto o más bajo disponible.
Prima de Cotización:	Dicho en puntos y fracciones. Un punto equivale a \$ 100. Movimiento del precio mínimo para opciones negociadas por debajo de 3 es 0,05 y para todas las demás series 0,10.
Fecha de Vencimiento:	El sábado siguiente al tercer viernes del mes de vencimiento.

Meses de Vencimiento:	Dos meses a corto plazo más dos meses adicionales de los ciclos de enero, febrero o marzo trimestrales.
Tipo de Opción:	Americana: Opciones sobre acciones que generalmente puede ejercerse en cualquier día hábil antes de la fecha de caducidad.
Liquidación del Ejercicio de Opción:	La entrega física de la opción se realiza en cualquier día hábil, dará lugar a la entrega de las acciones de subyacentes en el tercer día hábil después del ejercicio.
Posición y límites de ejercicio:	Los límites varían según el número de acciones en circulación y los últimos seis meses el volumen de negociación de la acción del subyacente. Las reservas más grandes de la capitalización y comercializados con mayor frecuencia tienen un límite de posición de la opción de 250.000 contratos (con ajustes por divisiones, re-capitalizaciones, etc) en el mismo lado del mercado, las acciones de capitalización más pequeñas tienen límites de posición de 200.000, 75.000, 50.000 o 25.000 contratos en el mismo lado del mercado. El número de contratos que puede ejercer durante cinco días hábiles consecutivos es igual al límite de posición. Posiciones en opciones sobre acciones deben ser agregados con saltos posiciones de renta variable en la misma posición y el subyacente para fines de ejercicio de carrera. Las exenciones pueden estar disponibles para ciertas estrategias de cobertura calificadas.
Margen:	Las compras de puts o calls con 9 meses o menos hasta el vencimiento, deben ser pagadas en su totalidad. Puts no cubiertos o Calls deben depositar y mantener el 100% de los ingresos de la opción más el 20% del valor agregado del contrato (precio de las acciones en curso x \$ 100) menos el monto por el cual la opción está OTM, si hay un mínimo de ganancias de opciones Calls más el 10% del valor agregado del contrato y un mínimo de ganancias de opciones puts más el 10% del importe total del precio de ejercicio. (Para calcular el margen de mantenimiento, se utiliza el valor de la opción en el mercado actual en lugar de ganancias de opciones.) Un margen adicional puede ser requerido conforme a la Regla de Intercambio de 12.10.
Último día de Negociación:	La negociación de opciones sobre acciones cesará normalmente en el día laboral (generalmente un viernes) antes de la fecha de caducidad.
Horario de negociación:	8:30 am - 3:00 pm, hora del Centro (Hora de Chicago).

Fuente: CBOE. Disponible en Web: www.cboe.com

- ✓ **Chicago Mercantile Exchange (CME):** En un mercado internacional en el que las instituciones y gente de negocios maneja el riesgo financiero. Se operan contratos de futuros y opciones, maneja también un sistema electrónico denominado Globex2.

Dentro de los mercados de futuros y opciones se puede encontrar 6 categorías generales: Commodities Agrícolas, Monedas extranjeras, Tasas de interés, Índices de acciones, Metales y derivados sobre el Clima.

Dentro de los miembros de este mercado se pueden encontrar los bancos más grandes del mundo, las casas inversoras, operadores independientes y corredores, casas administradoras de pensiones, administradores de carteras, tesoreros corporativos y bancos comerciales. Al utilizar este mercado les ayuda a reducir el riesgo existente en los negocios, mediante contratos de futuros para así poder ofrecer menor precio a los consumidores.

- ✓ **New York Board of Trade (NYBT):** Surge de la fusión de 2 mercados, el Coffee Sugar and Cocoa Exchange (CSCE) y el New York Cotton Exchange (NYSE).

Este Mercado negocia también futuros y opciones sobre productos agrícolas (Canola, Cocoa, Café, Algodón, Azúcar, Granos y Jugo de Naranja), Índices (Russell Indexes, U.S Dólar Index), Petróleo crudo y refinado (Brent Crude, Brent NX Crude, WTI Crude, Gasoil, Low Sulfur Gasoil, RBOB, 180 Cst Singapore, Dubai 1st Line, Brent 1st Line, 0,5% Singapore), Electricidad (UK Power, US Power), Gas Natural (Henry Hub, UK Natural Gas, NGLs), Otros (Carbón, Emisiones, Metales Ferrosos, Cargas(Mercancías), US Ambiental). Cada tipo de activo tiene su respectivo contrato y características.

5. APLICACIÓN A LAS SONRISAS DE VOLATILIDAD AL MERCADO DE OPCIONES DE ESTADOS UNIDOS, SOBRE ACCIONES DE HEWLETT-PACKARD COMPANY (HPQ)

Se analizarán las opciones empleadas en el mercado americano sobre las acciones de la compañía Hp, la razón por la cual se ha decidido explorar y analizar las inversiones de esta compañía fue porque me encontraba laborando en una empresa que distribuía los diferentes productos ofrecidos por Hewlett-Packard y la demanda para estos productos era supremamente grande, lo cual entro la curiosidad en saber si las inversiones en la bolsa y el movimiento de dicha empresa era similar.

5.1 INVERSIONES HEWLETT PACKARD COMPANY

Hewlett Packard Company es una empresa estadounidense fundada en 1939 por William Hewlett y David Packard, una de las mayores empresas de tecnologías de la información del mundo que elabora y distribuye hardware y software y brinda servicios de asistencia relacionados con la informática.

Actualmente es la empresa líder en venta de computadoras personales e impresoras en el mundo.

HP está organizada en siete segmentos de negocios: servicios, servidores y almacenamiento para empresas (ESS en inglés), software de HP, el grupo de sistemas personales (PSG en inglés), el grupo de imágenes e impresiones (IPG en inglés), los servicios financieros de HP (HPFS en inglés) y las inversiones corporativas. La empresa opera en más de 170 países alrededor del mundo con oficinas regionales en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Venezuela y Puerto Rico, y distribuidores autorizados en toda Latinoamérica.

Sus principales competidores son Dell Inc, Accentura Pcl, IBM (Internacional Business Machines) Corporatio, Diversified Computer System.

Hewlett Packard Company (HPQ) cotiza sus acciones en la bolsa de New York en la New York Stock Exchange (NYSE)

➤ **Información de Operaciones:**

Tabla 3. Historial Precio de las Acciones de HPQ.

Historial del precio de acciones	
Beta:	1,33
Cambio en 52 Semanas:	-42,77%
Cambio a 52 Semanas S&P500:	22,26%
Máximo de 52 Semanas:	30
Mínimo de 52 Semanas:	14,24
Media Móvil (50 días):	17,48
Media Móvil (200 días):	20,57

Fuente: Yahoo Finance

Tabla 4. Estadísticas de las Acciones de HPQ.

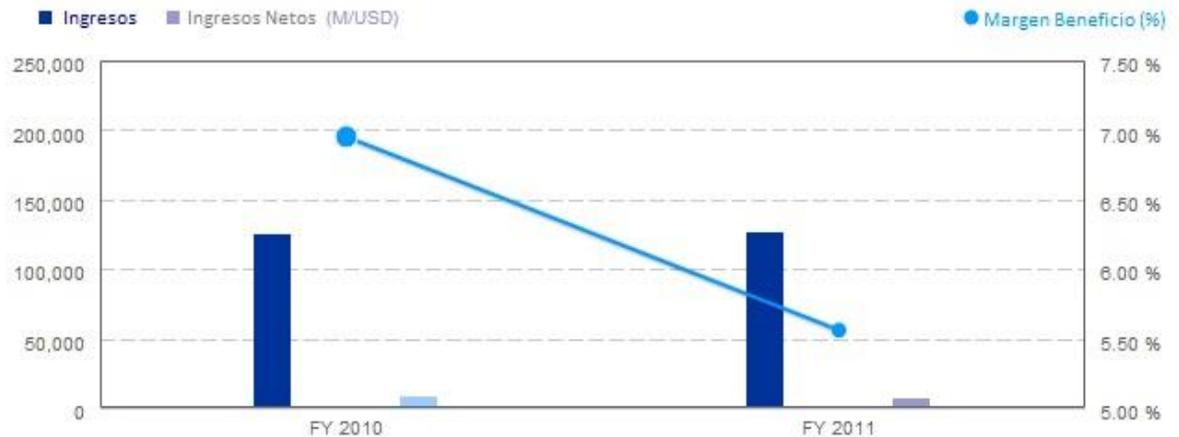
Estadísticas de acciones	
Vol medio (3 meses):	25.096.400
Vol medio (10 días):	50.277.300
Acciones en Circulación (MM):	1,97
Flotación (Miles Millones):	1,96
% controlado por miembros de la empresa	0,95%
% controlado por instituciones:	76,60%
Acciones "Short":	73,25
Parcial Corto:	3,10
Corto % de Flotación:	3,70

Fuente: Yahoo Finance

Las acciones de esta compañía han tenido bajas demasiado notorias durante estos últimos años debido a grandes cambios realizados internamente, en

cuanto a finanzas corporativas han venido presentando perdidas desde el año 2010 lo que posiblemente ha afectado las inversiones de la compañía en la bolsa.

Figura 12. Utilidades Anuales de HPQ.

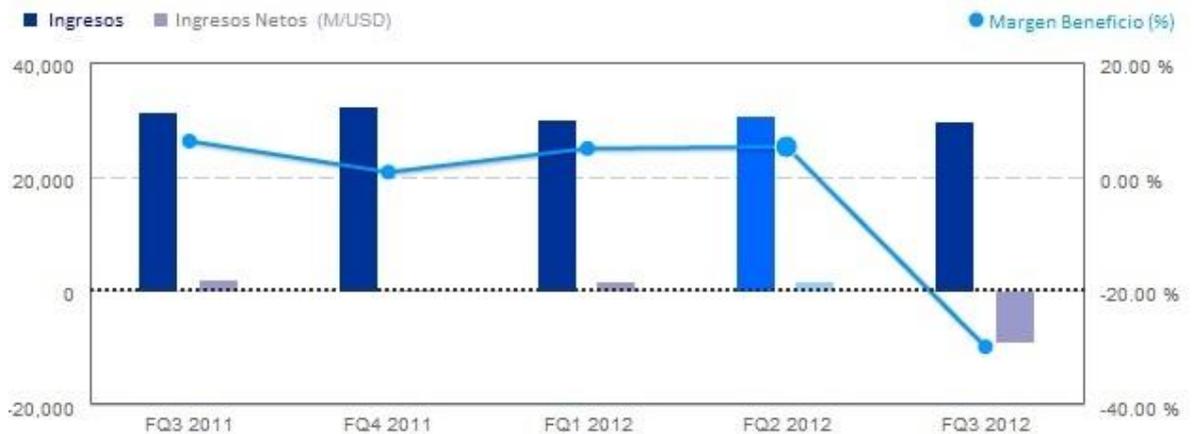


Fuente: Bloomberg. Disponible en línea:

[\[http://www.bloomberg.com/quote/HPQ:US/income-statement\]](http://www.bloomberg.com/quote/HPQ:US/income-statement)

Para observar de manera más explícita analizaremos la siguiente grafica que nos muestra los estados de resultados de manera trimestral de los 2 últimos años.

Figura 13. Estado de Resultados Trimestral HPQ.



Fuente: Bloomberg. Disponible en línea:

[\[http://www.bloomberg.com/quote/HPQ:US/income-statement\]](http://www.bloomberg.com/quote/HPQ:US/income-statement)

Dentro los hechos más importantes ocurridos que demuestren esta situación es de destacar que en el año 2011, más específicamente a mediados de agosto se suspendieron las acciones de esta compañía en la bolsa de New York durante un día ya que la compañía publicó un comunicado sobre los resultados financieros de acuerdo con las estimaciones de mercado y se llegó a confirmar que estaba en discusiones con Software Autonomy un fabricante británico debido a posibles ofertas, en ese momento las acciones de HP reportaban pérdidas de 5,22%. En el mes siguiente la compañía le pagó a su consejero delegado alrededor de 13 millones de dólares (9,6 millones de euros) tras destituirlo.

Debido a esto, en ese mismo mes se decidió buscar nuevas fórmulas de financiación y logísticas, para potenciar los canales de distribución y de esta manera poder adaptarse a las actuales circunstancias del mercado, puesto que la compañía reconoció que se encontraban en un momento bastante complicado y que en los mercados especialmente en el sector tecnológico no existían créditos ni consumo.

Para dar solución a esto decidieron que en sus diversas sucursales en los países se debía gestionar el negocio de ordenadores mediante una compañía independiente a través de un spin-off¹⁰, con el fin de impulsar la eficiencia de un área que presente mayor rentabilidad para el grupo y corresponde a un tercio de la facturación y de esta forma desacelerar el desafortunado decrecimiento que se viene presentado en la compañía.

Luego de realizar un profundo análisis a la compañía en el mes siguiente, decidieron no implementar compañías independientes, es decir, separar en una compañía autónoma la división de sistemas personales, puesto que en la evaluación estratégica de esa operación se detectó que los costes de implementación e integración sobrepasaban los beneficios, lo cual podría generar una gran crisis.

¹⁰ Proceso por el cual surge una empresa de otra entidad preexistente.

Finalmente al cierre del año fiscal Hewlett-Packard obtuvo un beneficio neto de 7.074 millones de dólares, con un incremento del 2% en las ventas de servicios y del 28% en las de software, pero con un retroceso del 2% en la facturación de la división de ordenadores personales y del 10% en la unidad de imagen e impresoras; lo que implica un retroceso del 19,2% respecto al ejercicio anterior.

Debido a estos resultados se planteo la necesidad de que la empresa regrese a sus "negocios fundamentales" en 2012 y que se debe afrontar con "prudencia" cualquier posibilidad de inversión y se espera alcanzar en los tres primeros meses de su ejercicio fiscal 2012 un beneficio por acción de entre 0,61 y 0,64 dólares, mientras que para el conjunto del próximo ejercicio prevé un beneficio por acción de 3,20 dólares.

Al año siguiente obtuvo en el primer trimestre de su año fiscal 2012, un beneficio neto de 1.468 millones de dólares, un 43,6% menos que lo que ganó en los tres primeros meses del ejercicio fiscal del 2011. La facturación del fabricante informático estadounidense en su primer trimestre del ejercicio 2012 alcanzó los 30.036 millones de dólares, lo que supone un 7% menos en comparación con los que ingresó en el mismo periodo del año fiscal anterior.

La compañía señaló que el comportamiento del ese primer trimestre estaba en línea con sus previsiones e incidió en que en estos tres meses la compañía siguió centrada en las bases para generar "rendimientos sostenibles a largo plazo".

Debido a que la empresa ha presentado deterioramiento en muchas de sus actividades y cuentas, la compañía tomo la decisión de implementar un plan de reestructuración que contempla la reducción de 27.000 cargos, el cual se materializará a través de una combinación de despidos y un programa de jubilación voluntaria, puesto que las ganancias netas de la compañía cayeron un 31% a durante el segundo trimestre fiscal, cerrado el 30 de abril 2012 y los ingresos se contrajeron un 3% durante el trimestre. La directora financiera de la compañía concluyó qua la región de América de HP generó un total de

US\$13.800mn en ingresos, lo que no refleja variaciones en la comparación interanual.

Así mismo decidió fusionar el negocio de ordenadores personales e impresoras con el objetivo de mejorar el rendimiento y la rentabilidad del grupo, ya que la combinación de estos negocios racionaliza la estrategia de acceso al mercado, así como su cadena de suministros y la atención a sus clientes en todo el mundo, proporcionando oportunidades para reducir costes y acelerar la capacidad de rentabilizar el crecimiento de HP, puesto que se esperó que esa nueva estructura aceleraría el proceso de toma de decisiones y mejoraría la productividad y la eficiencia.

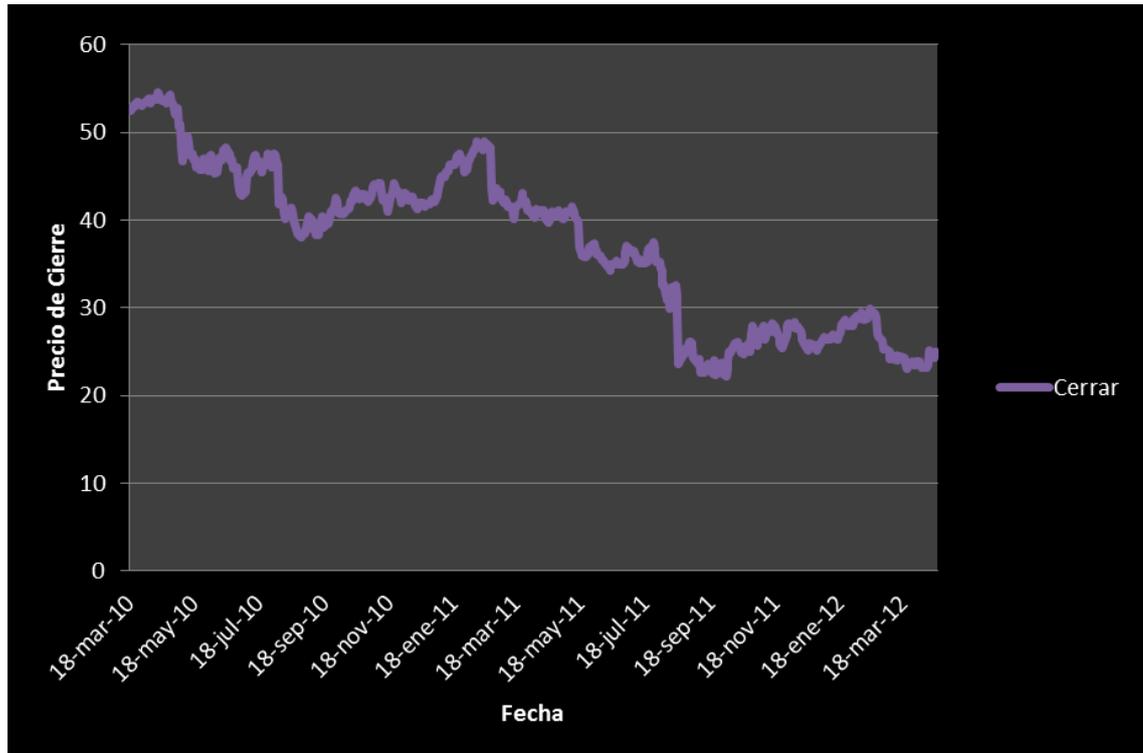
Finalizando el tercer trimestre fiscal del año 2012 las inversiones en la bolsa cayeron de forma extrema ya que las acciones de la compañía se hundieron a su peor nivel luego de nueve años y los ingresos bajaron en todas las unidades comerciales que ofrece la empresa sin contar con la unidad de software que es la única que se mantiene en el mercado.

Las bolsas de estados unidos esperaban un mejor progreso debido a los planes de reorganización que había propuesto la compañía para transformar esa industria en una corporación de computación empresarial.

Aunque se aclaró a los inversores que la compañía se podría recuperar y haría notar sus fuerzas el año 2014 cuando las inversiones hechas comiencen a dar beneficios.

Tomando como referencia los datos históricos de los años 2010 al 2012 como periodo de análisis, se puede apreciar claramente que si los acontecimientos mencionados anteriormente si han afectado en forma notoria el precio de las acciones en la bolsa. El siguiente grafico muestra el precio de cierre de las acciones de HPQ durante el periodo de estudio ya descrito.

Figura 14. Precio de las acciones de HPQ.



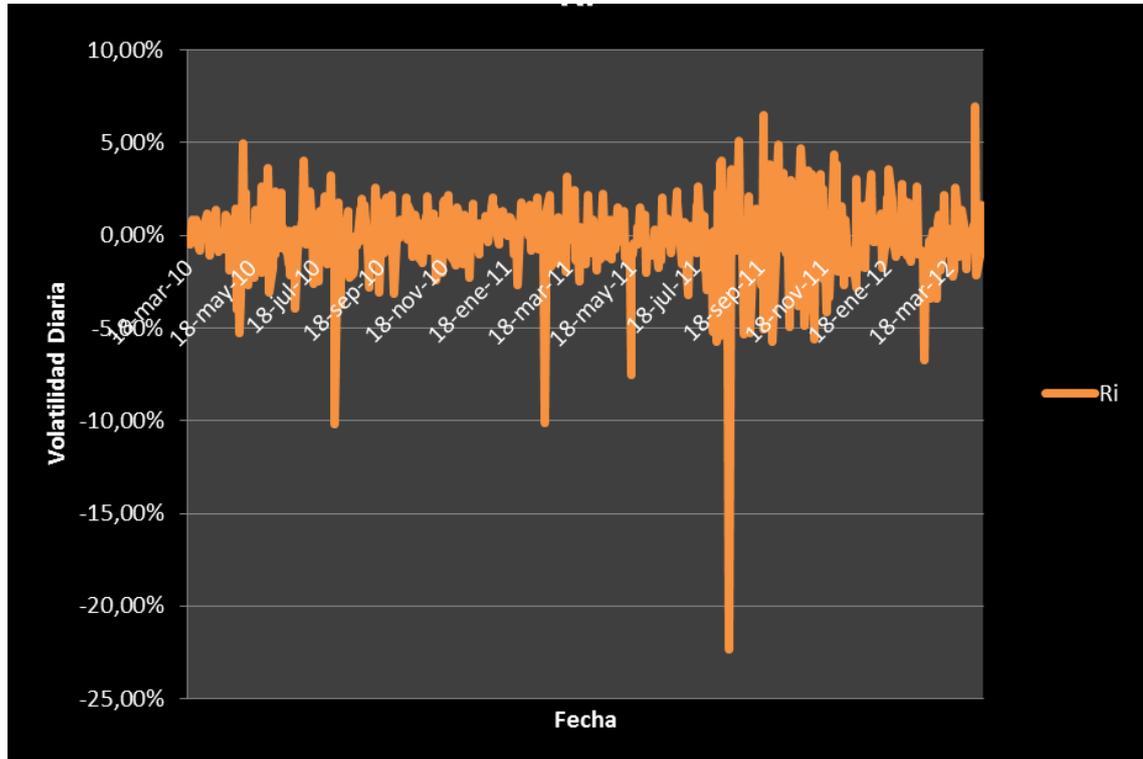
Fuente: Elaboración Propia

Se puede decir que Hewlett-Packard está en problemas y que puede ser porque los smartphones y tablets son ahora el mayor interés de los consumidores, logrando de esta forma trivializar el estatus de la compañía como el mayor fabricante de PCs del mundo, además, el modelo cloud computing está desestabilizando el negocio de servidores y las impresoras puesto que ya no son vistas como alta tecnología. El precio de la acción de HP se hundió en 2011, mientras tanto la compañía busca una solución para encontrar el cauce de su dirección estratégica.

Analizando el movimiento de la acción del precio de sus valores HPQ se encuentra en 17.99 USD por acción, encontrándose en una acentuada tendencia a la baja. Es de notar que Heweltt Packard ya no es lo que era hace un tiempo, ya que sus artículos producidos no son de la más alta calidad y tampoco son apreciados o apetecidos por los clientes.

Esto se puede demostrar también porque en el mundo de las inversiones sus acciones tampoco son de interés, presentando bajo rendimiento lo que hace que sus acciones pierdan valor adquisitivo.

Figura 15. Rendimiento diario de las acciones HPQ.



Fuente: Elaboración Propia

5.2 APLICACIÓN DE SONRISAS DE VOLATILIDAD A LAS ACCIONES DE HP

Como primera medida, es de aclarar que la aplicación de las sonrisas consiste en determinar la volatilidad implícita para cada uno de los precios de ejercicio y posteriormente relacionar estas dos variables que dan forma a la sonrisa.

El mecanismo de aplicación y análisis de precios se desarrolló mediante la siguiente metodología:

1. Se realizó una breve introducción del Modelo de Black-Scholes, describiendo los supuestos y las formulas correspondientes que fueron utilizadas para el desarrollo del mismo.

2. Para la aplicación del modelo de BS, se escogieron las cotizaciones de las acciones desde el 18-Marzo-2010 al 19-Abril-2012.
3. Se determinó el precio teórico según el modelo de BS utilizando la volatilidad histórica calculada, es de aclarar que para el cálculo de la misma se tomaron los datos a evaluar y se calculó la desviación estándar correspondiente, multiplicando ese resultado por la raíz de 252, ya que para la valuación de opciones sobre acciones deben ignorarse los días en que el mercado está cerrado¹¹. Para los efectos de comparación se utilizaron las volatilidades de 1 mes, 3 meses, 6 meses y 1 año.
4. Se diagnosticó a una fecha distinta a la de análisis, el precio de las opciones Call y Put con Vencimiento el 16-Noviembre-2012 para ser utilizadas en el modelo de BS ajustado con las volatilidades implícitas, como el cálculo de la volatilidad implícita se realiza de forma iterativa, en el modelo se utilizó la función buscar objetivo, donde el precio de la prima se incluye como una variable más, siendo esta la que se ajusta a los precios que acontece el mercado y como celda cambiante se selecciona la volatilidad que en este caso es la variable que deseamos conocer.
5. Finalmente para realizar el análisis, se escogieron únicamente las opciones Call que se encontraban ITM con vencimiento 16-Noviembre-2012, se compararon los precios obtenidos mediante el modelo de BS con el modelo de BS utilizando volatilidades históricas, para determinar cual se ajustaba más a las cotizaciones reales que determina el mercado. Los resultados obtenidos se muestran en el desarrollo de este capítulo.

¹¹ Investigaciones de Fama (1965) y French (1980)

5.3 MODELO DE BLACK-SCHOLES

Creado por los señores Fisher Black y Myron Scholes, fue el primer modelo adaptado para valorar opciones y se ha venido modificando o ajustando para tener valoraciones mas acertadas.

Este modelo inicialmente establece los siguientes supuestos:

- ✓ “El comportamiento del precio de las acciones corresponde al modelo lognormal.
- ✓ No hay costes de transacción o impuestos. Todos los activos financieros son perfectamente divisibles.
- ✓ No hay dividendos sobre las acciones durante la vida de la opción.
- ✓ No hay oportunidades de arbitraje libres de riesgo.
- ✓ La negociación de valores es continua.
- ✓ Los inversores pueden pedir prestado o prestar al mismo tipo de interés libre de riesgo, que se devenga continuamente en el tiempo.
- ✓ El tipo de interés libre de riesgo a corto plazo, r , es constante.”¹²

También requiere para su valoración las siguientes variables:

1. Precio del Subyacente (Spot).
2. Precio del Ejercicio.
3. Volatilidad
4. Tasa Libre de Riesgo.
5. Plazo al Vencimiento (Años).

Formulas de Valoración para Opciones sobre Acciones: No pagan dividendos. Estas formulas fueron establecidas para valorar las distintas opciones de compra (Call) y de venta (Put)

$$c = S_0 N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2)$$

$$p = X e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$$

¹² Hull, John C. Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones, Pág. 271

Donde:

S_0 : Precio Actual (Spot) de la acción.

X : Precio del Ejercicio.

σ : Volatilidad.

r : Tasa Libre de Riesgo.

T : Tiempo al Vencimiento.

$N(\cdot)$: Función de distribución normal

Las formulas para calcular d_1 y d_2 son:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

A continuación se muestra un pantallazo del modelo de BS que se realizó

MODELO DE BLACK-SHOLES

Regresar a Menu

FAVOR ESCOGER LA OPCION A EVALUAR

ACCIONES

Tasa lib (r) = 3,5%

Volatilidad EA = 35,10%

Tiempo (meses) = 1

Precio Ejercicio (X) = 15,00

Spot (S₀) = 14,48

d₁ = 0,0442

d₂ = -0,0572

OPCION NORMAL DE BLACK-SHOLES

N(d₁) = 0,5176 N(-d₁) = 0,4824

N(d₂) = 0,4772 N(-d₂) = 0,5228

CALL	PUT
0,3577	0,8340

Delta = 0,5176 Delta = -0,4824

Theta = -3,7579 Theta = 3,7818

Vega = 1,6660 Vega = 1,6660

Rho = 0,5948 Rho = -0,6516

Gamma = 0,2717 Gamma = 0,2717

N'(d₁) = 0,3986



Teniendo en cuenta los datos históricos de los años 2010 al 2012, se tomaron los precios de cierre de las acciones de Hp y se calcularon los respectivos rendimientos diarios por medio de variaciones logarítmicas, para determinar la volatilidad que presentaban y de esta manera calcular la volatilidad anual para el modelo y determinar el precio de las primas.

En el momento de la valoración el precio Spot se encontraba en 14.48 dólares, para la tasa de interés libre de riesgo se utilizó la relacionada con los bonos del tesoro americano a corto plazo, puesto que el tiempo para el vencimiento de la

opción era de 1 mes, la volatilidad se calculo mediante los rendimientos diarios como se explico anteriormente, el precio de ejercicio se ingresa de forma manual y se cambiará para cada valuación, las variables d_1 y d_2 son calculadas mediante las formulas propuestas al igual que los precios de las primas Call y Put, $N(d_1)$ y $N(d_2)$ corresponden a datos de la distribución normal también calculados mediante formulas.

Luego, se determinaron distintas volatilidades históricas con rango de datos de un mes, tres meses, seis meses, un año y los dos años para posteriormente realizar el cálculo de precios. Es de aclarar que para efectos de dar mejores resultados y mostrar comparaciones, solo se tomaron las opciones Call con vencimiento el 16 Noviembre 2012 que se encontraban ITM al momento de la valuación.

A continuación se relacionan los resultados con volatilidades históricas

Tabla 5. Calculo de Volatilidad Histórica y Precios

Volatilidad	10,61%	27,18%	31,07%	27,61%	
P. Ejercicio	1 Mes	3 Meses	6 Meses	1 Año	Cotización
8	5,08	5,36	5,73	6,09	6,1
10	3,32	3,65	4,09	4,49	4,05
11	2,57	2,91	3,38	3,80	3,45
12	1,89	2,24	2,73	3,16	2,73
13	1,28	1,64	2,15	2,58	1,62
14	0,73	1,08	1,62	2,06	0,87
15	0,23	0,60	1,14	1,58	0,33

Fuente: Elaboración Propia

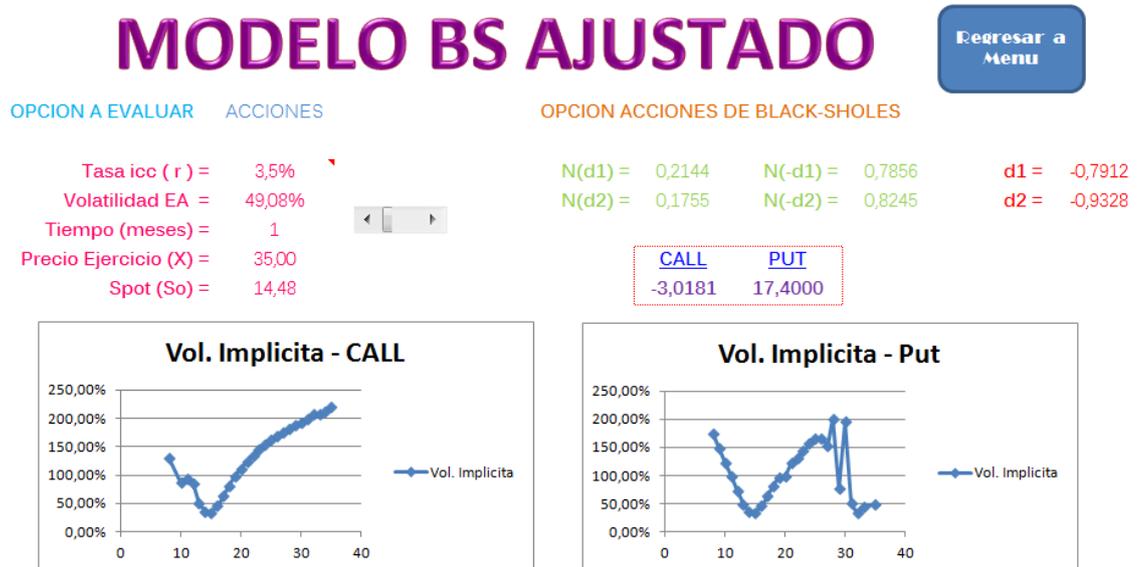
Según lo explicado en los capítulos anteriores Black-Sholes valora de forma errónea las opciones, puesto que sus los supuestos establecidos son irrealistas, por tal razón se realizó un nuevo modelo denominado **Modelo de Black Scholes ajustado con volatilidades implícitas**.

5.4 MODELO DE BLACK SCHOLES AJUSTADO CON VOLATILIDADES IMPLÍCITAS

Para determinar las volatilidades implícitas para cada una de las opciones analizadas y demostrar como cambia la volatilidad que a diferencia de uno de los supuestos de Black Scholes que indica que es constante, se tuvo en cuenta todas las variables básicas del modelo de BS, pero en este nuevo modelo se incorporó el precio cotizado de las opciones como una variable más, como no es posible invertir matemáticamente la fórmula de BS para despejar la volatilidad, el cálculo se realizó de manera iterativa por medio de la función Buscar Objetivo, donde la celda a definir era el precio de la prima, el valor definido era el valor de la cotización para cada precio de ejercicio y la celda cambiante sería la volatilidad que se desea hallar.

Este procedimiento se realizó para todas las opciones Call y Put existentes que vencían el 16 de Noviembre del 2012

Anexo pantallazo a modelo propuesto



Los valores resultantes para las opciones Call, fueron los siguientes:

Tabla 6. Volatilidades Implícitas para opciones Call

Símbolo	P. Ejercicio	Vol. Implícita	Último	Vol.	Vol. abierto
HPQ121117C00008000	8	130,26%	6,1	7	6
HPQ121117C00010000	10	86,51%	4,05	18	291
HPQ121117C00011000	11	92,84%	3,45	5	458
HPQ121117C00012000	12	85,62%	2,73	1	575
HPQ121117C00013000	13	50,09%	1,62	1,085	3,284
HPQ121117C00014000	14	36,55%	0,87	1,059	11,351
HPQ121117C00015000	15	33,47%	0,33	1,452	18,753
HPQ121117C00016000	16	45,31%	0,1	368	19
HPQ121117C00017000	17	62,83%	0,03	511	12,673
HPQ121117C00018000	18	80,79%	0,02	104	8,44
HPQ121117C00019000	19	96,85%	0,02	100	10,536
HPQ121117C00020000	20	110,99%	0,02	6	13,259
HPQ121117C00021000	21	123,49%	0,02	1	7,803
HPQ121117C00022000	22	134,58%	0,02	4	21,115
HPQ121117C00023000	23	144,54%	0,02	3	9,194
HPQ121117C00024000	24	153,52%	0,02	22	8,156
HPQ121117C00025000	25	161,64%	0,02	12	17,137
HPQ121117C00026000	26	168,50%	0,01	1	3,118
HPQ121117C00027000	27	175,25%	0,01	5	1,896
HPQ121117C00028000	28	181,44%	0,01	1	4,567
HPQ121117C00029000	29	187,69%	0,02	35	2,13
HPQ121117C00030000	30	192,96%	0,02	1	1,443
HPQ121117C00031000	31	197,84%	0,02	30	163
HPQ121117C00032000	32	207,45%	0,11	0	190
HPQ121117C00033000	33	206,60%	0,02	20	97
HPQ121117C00034000	34	211,12%	0,03	10	10
HPQ121117C00035000	35	220,67%	0,13	0	10

Fuente: Elaboración Propia

Y para las opciones Put:

Tabla 7. Volatilidades Implícitas para opciones Put

Símbolo	P. Ejercicio	Vol. Implícita	Último	Vol	Vol, abierto
HPQ121117P00008000	8	174,80%	0,05	3	101
HPQ121117P00009000	9	149,33%	0,03	15	47
HPQ121117P00010000	10	123,35%	0,01	10	425
HPQ121117P00011000	11	98,78%	0,02	4	493
HPQ121117P00012000	12	73,70%	0,04	108	2,883
HPQ121117P00013000	13	49,93%	0,1	2,522	8,467
HPQ121117P00014000	14	35,36%	0,33	3,079	17,738

HPQ121117P00015000	15	34,28%	0,82	963	14,354
HPQ121117P00016000	16	46,25%	1,59	683	14,549
HPQ121117P00017000	17	63,91%	2,52	250	20,263
HPQ121117P00018000	18	81,42%	3,5	103	20,154
HPQ121117P00019000	19	96,07%	4,47	23	15,317
HPQ121117P00020000	20	98,59%	5,25	10	6,377
HPQ121117P00021000	21	121,95%	6,45	29	7,378
HPQ121117P00022000	22	130,54%	7,4	10	4,58
HPQ121117P00023000	23	143,30%	8,45	27	8,923
HPQ121117P00024000	24	156,16%	9,52	2	1,67
HPQ121117P00025000	25	166,07%	10,55	12	4,833
HPQ121117P00026000	26	165,59%	11,4	4	233
HPQ121117P00027000	27	153,64%	12,05	15	54
HPQ121117P00028000	28	200,71%	13,8	5	125
HPQ121117P00029000	29	76,35%	12,35	4	50
HPQ121117P00030000	30	195,59%	15,5	9	337
HPQ121117P00031000	31	50,25%	13,65	5	5
HPQ121117P00032000	32	33,56%	14,21	10	10
HPQ121117P00033000	33	44,57%	15,4	10	5
HPQ121117P00035000	35	49,08%	17,4	10	2

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente paso fue realizar la comparación entre los precios obtenidos mediante volatilidades históricas e implícitas, solo se escogieron las opciones Call que en el momento se encontraban ITM para mostrar mejores resultados.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos mediante las dos volatilidades, para el cálculo de las primas call mediante volatilidades históricas se tomo como referencia la volatilidad de 1 puesto que es el tiempo al vencimiento más cercano de dichas opciones.

Tabla 8. Comparación de primas con volatilidades Implícitas e Históricas para las opciones Call ITM.

P. Ejercicio	Vol. Implícita	Vr Implícito	Vr. Historico	Cotización
8	130,26%	6,56	5,08	6,10
10	86,51%	4,54	3,32	4,05
11	92,84%	3,72	2,57	3,45
12	85,62%	2,87	1,89	2,73
13	50,09%	1,71	1,28	1,62
14	36,55%	0,84	0,73	0,87
15	33,47%	0,33	0,23	0,33

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se realizó la comparación restando cada uno de los valores obtenidos con el precio de la cotización para determinar cual se acercaba más los precios reales.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9. Diferencias en el precio de las primas con volatilidades Implícitas e Históricas respecto a la cotización.

P. Ejercicio	Vr Implícito	Vr. Historico
8	0,46	-1,02
10	0,49	-0,73
11	0,27	-0,88
12	0,14	-0,84
13	0,09	-0,34
14	-0,03	-0,14
15	0,00	-0,10
	2,04	16,46

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar cuál precio se acercaba más a lo que acontece en el mundo real, se sumó las diferencias y se elevó al cuadrado para que no arrojara resultados negativos y se pudiera apreciar mejor el resultado.

Tal y como indica la tabla de comparación, los precios obtenidos mediante volatilidades implícitas tienen una menor diferencia con el precio de la

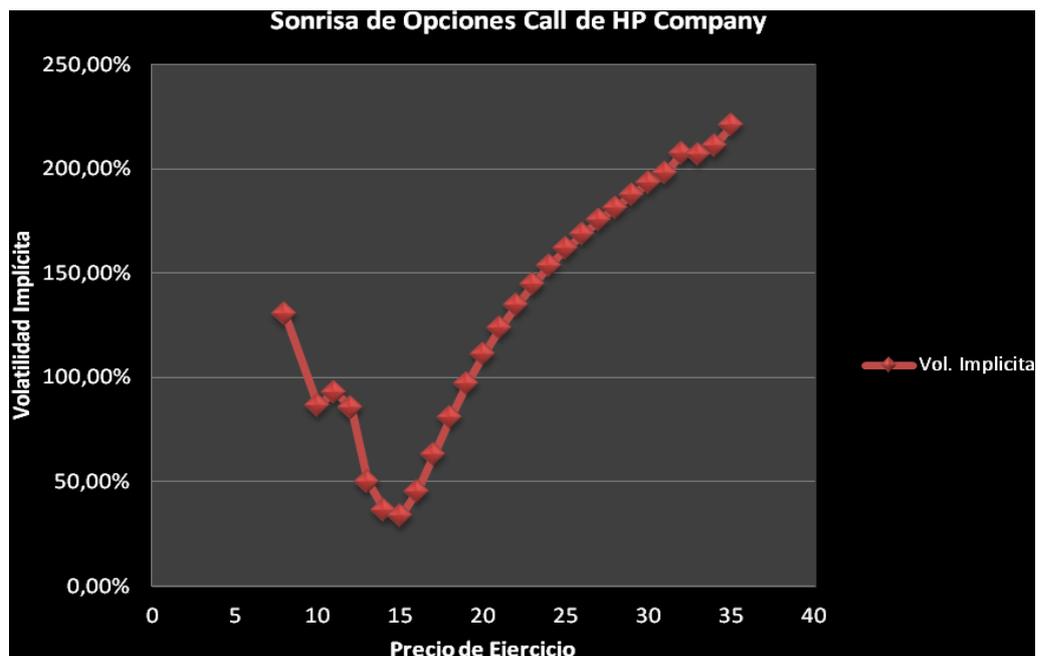
cotización, lo cual es posible concluir que los precios utilizando las volatilidades implícitas resultan ser más cercanos a las cotizaciones reales.

Por tal razón se puede concluir que la aplicación del modelo de BS ajustado utilizando volatilidades implícitas permite una mejor estimación de los precios que acontecen en el mundo real.

Se observa entonces que la gráfica resultante de los precios de ejercicio vs las volatilidades implícitas correspondientes, muestra una sonrisa. En los datos modelo de estudio estos fueron los resultados:

- Para las opciones Call:

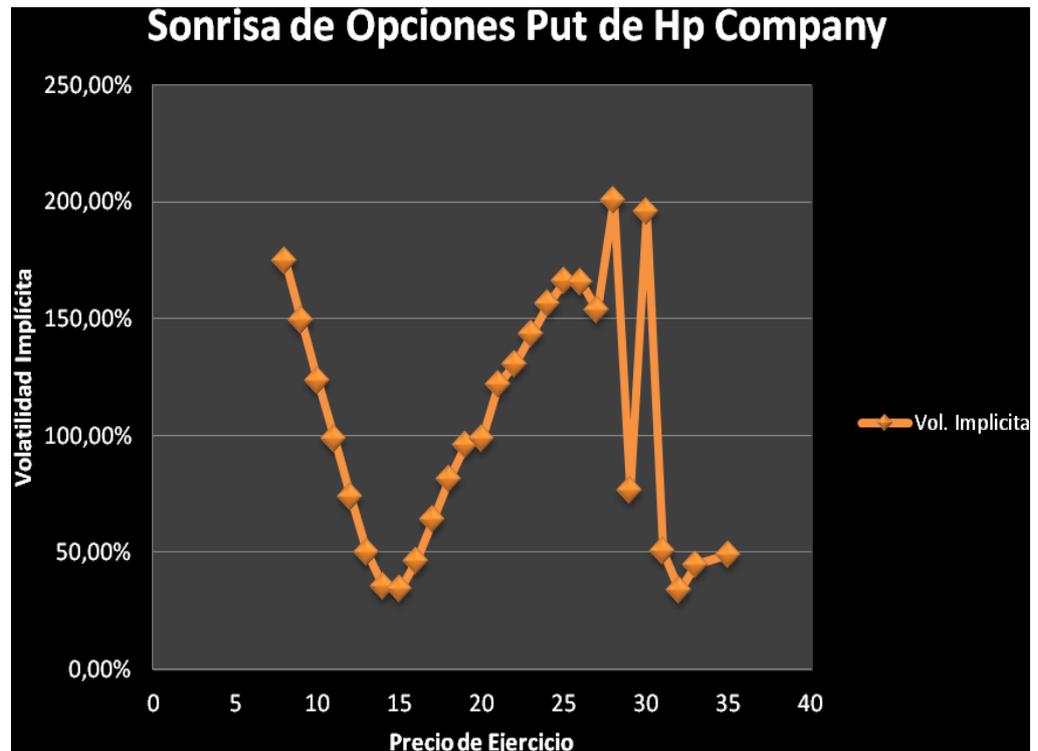
Figura 16. Sonrisa de opciones Call



Fuente: Elaboración Propia

- Para las opciones Put:

Figura 17. Sonrisa de opciones Put



Fuente: Elaboración Propia

Mediante estos gráficos es posible apreciar lo que dice la literatura respecto a las sonrisas, cuando la opción se encuentra ITM presenta una mayor volatilidad, a medida que esta se va acercando al dinero (ATM) la volatilidad va disminuyendo manifestando la curvatura de la sonrisa, luego cuando esta sale del dinero (OTM), empieza a volverse más volátil lo que da la forma correcta de la sonrisa.

Para la sonrisa de opciones Put, cuando el precio de ejercicio está entre 28 y 29 dólares, se puede apreciar un gran salto, esto se debe a que el precio cotizado de la acción no sigue en aumento cuando esta ITM, si no que disminuye, como la volatilidad implícita es calculada de forma iterativa, siendo la prima una variable más, su efecto se aprecia que al disminuir el valor de la prima también disminuye la volatilidad, por eso se ve manifestado en la gráfica y se puede observar en la tabla donde se realiza el cálculo de volatilidades implícitas para opciones put, el mismo efecto sucede cuando el precio de ejercicio toma valores de 31, 33, 35 dólares respectivamente.

6. ANÁLISIS DE INVERSIONES UTILIZANDO SONRISAS DE VOLATILIDAD

Cuando se utilizan sonrisas en las decisiones diarias de inversión se requiere analizarlas, puesto que en el mercado existen reversiones del riesgo que están relacionadas con la simetría en las volatilidades de la curva de la sonrisa.

Según el análisis realizado a la aplicación de las volatilidades implícitas en las acciones de Hp Company, fue posible establecer que si afecta las decisiones de inversión para las personas que operan con opciones, puesto el uso de esa volatilidad estima mejor los precios, lo cual para la persona que toma decisiones le ayudará a obtener mejores beneficios.

Cuando se negocian acciones, los inversionistas arbitran la volatilidad entre índices de mercados accionarios y al realizar este procedimiento, negocian las sonrisas de manera indirecta. Cuando la sonrisa es demasiado inclinada el negociante vende las opciones que se encuentran fuera del dinero y compra aquellas que están más cercanas al dinero.

Dentro del proceso de inversión y la toma de decisiones utilizando sonrisas, se puede precisar el alcance de los futuros movimientos de un instrumento de inversión, para analizar esa decisión, lo ideal sería que el inversor sea capaz de identificar las oportunidades donde se puede obtener un rendimiento significativo y de esta manera mantener la volatilidad o el riesgo dentro de los límites razonables. La capacidad para detectar la presencia de una sonrisa volatilidad con una inversión dada es una de las formas de determinar si para esa oportunidad vale la pena arriesgar.

“Las sonrisas en ocasiones resultan de interés para los inversionistas que desean tomar posiciones sobre la pendiente y la curvatura de la sonrisa de volatilidad, con la idea de que el mercado ha subenfatisado o sobreenfatisado uno de los parámetros del subyacente”¹³

¹³ Ingeniería Financiera. Neftci Salih N. Pag 454

El uso potencial de opciones con diferentes precios de ejercicio hace que la sonrisa de la volatilidad sea un parámetro crucial para la formación de portafolios de cobertura y para la valuación de instrumentos complejos.

La sonrisa de volatilidad es importante por 3 razones:

1. Si todos los factores de riesgo son asociados con las sonrisas y ésta cambia fortuitamente al paso del tiempo, entonces es posible negociarla y se deben tomar posiciones y sujetarla a un arbitraje. Por lo tanto la dinámica de la sonrisa implica nuevas oportunidades de negociación.
2. Suele tener información importante acerca de los procesos de volatilidad realizada de los subyacentes. Ya que se puede determinar si es constante o es estocástica, si existen saltos. Esta información ayuda en gran parte a la administración de riesgos y a la valuación de las opciones.
3. La creación de nuevos productos y de instrumentos sintéticos son causas de las sonrisas, que se dan por nuevas prácticas adoptadas para determinar la volatilidad de los instrumentos subyacentes.

Como la volatilidad implícita está asociada al valor de los contratos de una manera directa, se dice que en este caso que:

- ✓ Si el nivel de volatilidad implícita es mayor a la volatilidad histórica, los contratos de opciones están costosos.
- ✓ Si la volatilidad implícita es menor a la histórica, los contratos son más económicos en el mercado real a diferencia del teórico indicado por Black-Scholes.

Además, para tomar decisiones de inversión y maximizar beneficios, se debe tener en cuenta que:

- Cuando las primas de los contratos son demasiados costosas, es porque la volatilidad implícita es muy alta, entonces los inversionistas deberían vender los contratos.

 - Cuando las primas de los contratos están económicas, se debe a que la volatilidad es baja y los inversionistas debería comprar contratos.
- Volatilidad Implícita actual: 33.47%
 - Volatilidad Máxima de 1 año: 127.21%
 - Volatilidad Mínima de 1 año: 0.0%

Si analizamos los datos, nos damos cuenta que el nivel actual de 33.47% está mucho más cerca al nivel mínimo anual, y por lo tanto se puede concluir con gran acierto que la volatilidad implícita está muy baja, en consecuencia si un inversionista cree que el precio de las opciones van a subir, lo más recomendable sería comprar opciones Call, es decir, usar Long Call para sacar beneficio a esa subida de precios. Y en contraposición si piensa que el precio de las opciones va a caer, se recomendaría comprar opciones Put, es decir, Long Put.

Es posible deducir que el efecto conocido como sonrisas de volatilidad guía al inversor, dando una idea si la opción escogida, maximizará su beneficio o lo prevendrá de grandes pérdidas, por tal razón tiene grandes beneficios en la toma de decisiones de inversión puesto que son más acertadas.

Al igual, es claro recalcar que estos efectos deben ser tomados como un indicador para tomar decisiones y no sobre la toma directa de la decisión de comprar o vender.

7. CONCLUSIONES

→ Una de las grandes contradicciones que se pudo apreciar del modelo de Black Scholes, es que la volatilidad no es constante y que no está relacionada con el activo subyacente, es decir, que no todas las opciones sobre el mismo activo deberían tener la misma volatilidad implícita. Se comprobó que la volatilidad implícita tiende a estar relacionada con el precio de ejercicio y que está cambiando constantemente, lo que hace que unas opciones sean más costosas que otras, es por tal motivo BS no es un modelo acertado para la valuación de opciones y que muchos inversionistas realizan un modelo ajustado o otros modelos eficientes para la determinar los precios de las primas y de esta manera establecer momentos adecuados de inversión.

En resumidas palabras cuando se negocian opciones, no se debe mirar únicamente el movimiento de la acción si no que se debe tener en cuenta la volatilidad implícita, pues es el mejor estimador del activo subyacente hasta su vencimiento y es la más acertada para calcular el precio de las opciones.

→ Es realmente impactante conocer la gran cantidad de estudios que se han realizado al tema de la volatilidad implícita y diversos modelos para calcularla, se puede reconocer que es un tema bastante importante que afecta las decisiones de inversión. Dado esto se recomienda que dentro de las asignaturas de cobertura y especulación que se dictan en la universidad, se resaltara y se profundizara más el tema, dándole al estudiante ideas de cómo los traders o inversionistas utilizan la volatilidad implícita para predecir futuros precios y obtener grandes utilidades.

→ Los modelos de volatilidad implícita fueron diseñados después del crash de 1987 donde las bolsas de todo el mundo cayeron de manera inesperada, es por ello que ahora el mercado paga más por cubrirse de

un posible crack bursátil y de esta manera protegerse de subidas violentas de los mercados.

- En cada uno de los mercados existentes se ve reflejada una sonrisa, a diferencia que en unas más notorias que otras, pero en todos los casos los inversionistas sienten la necesidad de realizar ajustes al modelo de BS para poder llegar a establecer los precios de las opciones teniendo en cuenta las características más importantes del momento.
- Un acontecimiento que cambio la forma de pensar de los traders y que dio origen a las sonrisas de volatilidad fue el Crash del 19 de octubre de 1987 cuando los mercados bursátiles mundiales se hundieron, las caídas diarias de 23% en la bolsa de New York, 15% la de Tokio y 10% la de Londres. Los desplomes si nos referimos a cifras actuales serian: Dow Jones 3200, Nikkei 2700, y FTSE 650 puntos respectivamente. Algo realmente impactante en el mundo financiero.

Esto hizo analizar a los inversionistas las hipótesis irrealistas de Black-Scholes en relación a la distribución de probabilidad que gobierna los mercados.

- La sonrisa de volatilidad muestra muy gráficamente dos propósitos básicos: los mercados financieros no se comportan normalmente, y cuando se trata de valorar opciones los traders son los que analizan y toman el mercado, puesto que ellos hacen uso de la sonrisa de la volatilidad para aconsejar a los clientes sobre cómo invertir sabiamente y ganar el mejor rendimiento posible, dadas las circunstancias y preferencias personales del inversor individual.

8. BIBLIOGRAFÍA

NEFTCI, Salih N. Ingeniería financiera. Editorial Mc Graw Hill, Primera edición. México, 2008.

HULL, Jhon C. Introducción a los mercados de futuros y opciones, Editorial Prentice Hall, Cuarta edición. 2002.

LAMOTHE FERNANDEZ, Prosper. Opciones financieras y productos estructurados. Editorial Mc Graw Hill. 2003.

LAWRENCE, Galitz. Ingeniería Financiera 1. Editorial Folio SA. 1994.

LAMOTHE FERNANDEZ, Prosper. Opciones Financieras: un enfoque fundamental. Editorial Mc Graw Hill. 1993.

SERNA, Gregorio. Valoración de opciones con sonrisas de volatilidad. Aplicación al mercado español de opciones sobre el futuro del índice IBEX-35. [PDF], 2002. URL: http://www.uclm.es/A-B/fcee/D_trabajos/1-2001-7-1.pdf

ALEGRÍA LORENZO, Rosa Maria. La Volatilidad: Modelización en la valoración de Opciones y Estimadores. [PDF], 1996.

PITERBARG, Vladimir. Tiempo para la sonrisa, [PDF], URL http://db.riskwaters.com/global/risk/foreign/espana/dec05/es_43-48.pdf

ALEGRÍA LORENZO, Rosa Maria . Valoración de opciones: Una contrastación del modelo de difusión con saltos de Merton. [PDF], 1994.

DEUSKAR Prachi, GUPTA Anurag, SUBRAHMANYAM Marti G. ¿Why do Interest Rate Options Smile?, [PDF], URL <http://archive.nyu.edu/bitstream/2451/26385/2/FIN-06-029.pdf>

LEÓN VALLE Ángel, SERNA CALVO Gregorio. Modelos alternativos de valoración de opciones sobre acciones: Una aplicación al mercado español, [PDF], URL <http://www.revistasice.com/cmsrevistasICE.pdf>

SERNA Gregorio, La sonrisa de volatilidad en los mercados de opciones, [PDF]
URL: <http://www.bolsasymercados.es/esp/publicacion/revista/2004/02/p34-37.pdf>

Invertir en Opciones, Portafolio completo en Opciones Rentables, [En línea],
URL <http://invertir-opciones.negocioinversion.com>

LAMOTHE Prósper y GARCÍA Pablo. La Volatilidad Implícita en las opciones sobre índices bursátiles. [PDF], URL:
<http://www.ucm.es/info/jmas/finemp/dt/0407.pdf>

PALAZO, Romina. Análisis de Volatilidad, [PDF], URL
<http://tema.unab.edu.co/mod/resource/view.php?id=446>

GARCÍA ESTÉVEZ, Pablo. Doctor en Económicas y Empresariales por la Universidad Complutense de Madrid. La volatilidad Implícita. [Word], URL
<http://www.telefonica.net/web2/pgestevez/Smile.doc>