



Índice de Volatilidad México

Definición del VIMEX®

El VIMEX® es un indicador que mide la volatilidad esperada en el corto plazo (90 días naturales) para el Mercado accionario mexicano a través de las Opciones de Futuros del IPC® listadas en MexDer.

El VIMEX® se construyó basándose en la metodología descrita en el documento técnico de Fleming, Ostdiek y Whaley (“Predicting stock market volatility: a new measure”, The Journal of Futures Markets, vol.15 (3): 265-302) publicado en 1995.

Muestra del VIMEX®

El índice VIMEX® emplea para su cálculo una muestra integrada por 8 Opciones sobre Futuros del IPC®.

- ✓ Un Call y un Put con precio de ejercicio por arriba del nivel del IPC® y con el vencimiento trimestral más cercano.
- ✓ Un Call y un Put con precio de ejercicio por abajo del nivel del IPC® y con el vencimiento trimestral más cercano.
- ✓ Un Call y un Put con precio de ejercicio por arriba del nivel del IPC® y con el vencimiento trimestral siguiente al más cercano.
- ✓ Un Call y un Put con precio de ejercicio por abajo del nivel del IPC® y con el vencimiento trimestral siguiente al más cercano.

La muestra debe guardar siempre éstas características y está sujeta a los cambios en el nivel del IPC®, de tal manera que un “incremento o decremento importante” en el nivel del IPC® durante una sesión de remates cualquiera, puede provocar cambios en la muestra del VIMEX®.

Metodología de cálculo del VIMEX®

1. Se calcula el promedio simple de las volatilidades implícitas (VI) de los pares de Opciones Call y Put que estén por arriba y por abajo del precio de ejercicio teórico ATM. De esta manera en la primera etapa se obtendrán 4 subíndices.

Sea $\sigma_{i,j,K}$ la volatilidad implícita en donde:

$$i = \begin{cases} c \rightarrow Call \\ P \rightarrow Put \end{cases}$$

$$j = \begin{cases} 1 \rightarrow Vencimiento trimestral más cercano \\ 2 \rightarrow Vencimiento trimestral siguiente al más cercano \end{cases}$$

$$K = \begin{cases} a \rightarrow Arriba & (K > S) \\ b \rightarrow Abajo & (K < S) \end{cases}$$

Se obtiene el promedio de las volatilidades implícitas de los pares de Opciones para el vencimiento trimestral más cercano:

$$\begin{aligned} \sigma_{1,a} &= (\sigma_{c,1,a} + \sigma_{p,1,a})/2 \\ \sigma_{1,b} &= (\sigma_{c,1,b} + \sigma_{p,1,b})/2 \end{aligned}$$

Del mismo modo se obtiene para el vencimiento trimestral siguiente al más cercano

$$\begin{aligned} \sigma_{2,a} &= (\sigma_{c,2,a} + \sigma_{p,2,a})/2 \\ \sigma_{2,b} &= (\sigma_{c,2,b} + \sigma_{p,2,b})/2 \end{aligned}$$

2. Se obtiene la volatilidad implícita del precio de ejercicio ATM interpolando las volatilidades implícitas obtenidas en el paso anterior, a través de la siguiente expresión:

$$\sigma_1 = \sigma_{1,a} \left(\frac{S - K_b}{K_a - K_b} \right) + \sigma_{1,b} \left(\frac{K_a - S}{K_a - K_b} \right)$$

$$\sigma_2 = \sigma_{2,a} \left(\frac{S - K_b}{K_a - K_b} \right) + \sigma_{2,b} \left(\frac{K_a - S}{K_a - K_b} \right)$$

Donde:

K_a = Precio de ejercicio que se encuentra por arriba del nivel del IPC al momento del cálculo.

K_b = Precio de ejercicio que se encuentra por abajo del nivel del IPC al momento del cálculo.

S = Es el nivel del IPC en el momento del cálculo.

3. Finalmente las volatilidades del vencimiento trimestral más cercano y el siguiente trimestral más cercano son ponderadas para crear un período constante aproximado de 90 días naturales por trimestre que contengan las series listadas en MexDer.

La fórmula para el cálculo final del VIMEX® está dada por la siguiente expresión:

$$\text{VIMEX} = \sigma_1 \left(\frac{T_2 - 90}{T_2 - T_1} \right) + \sigma_2 \left(\frac{90 - T_1}{T_2 - T_1} \right)$$

T_1 = Días naturales restantes del vencimiento de la Opción más cercana: [(Fecha final – fecha actual)]

T_2 = Días naturales restantes del segundo vencimiento de la Opción más cercana: [(Fecha final – fecha actual)]

Consideraciones importantes para el cálculo del VIMEX®

Para el cálculo del VIMEX® se requiere obtener la volatilidad implícita de alguna de las ocho Opciones sobre Futuros del IPC® que integran la muestra del índice, y dicha volatilidad se calculará cuando suceda alguno de los tres escenarios siguientes:

1. Se registre una postura de compra y una de venta.
2. La mejor postura de compra y la mejor postura de venta cambien en relación a la que previamente produjo el cálculo de una volatilidad implícita.
3. Se registre un hecho.

Primer cálculo del VIMEX® en una sesión de operaciones del MexDer

Se activa en el momento que existe una postura de compra y una postura de venta de alguna de las ocho Opciones sobre Futuros del IPC® que integran la muestra del VIMEX® (las Opciones consideradas en la muestra serán siempre las de vencimiento trimestral). Las restantes siete Opciones tomarán la volatilidad implícita de cierre del día anterior.

Insumos para el cálculo de la primera volatilidad implícita:

I. Valor del Call o Put

Será el promedio ponderado por volumen cruzado de la mejor postura de compra y la mejor postura de venta.

II. Valor del subyacente F

- a) Será el último hecho registrado del Futuro del IPC® durante la sesión. En caso de no existir, se aplicará el siguiente inciso.
- b) Será el promedio ponderado por volumen cruzado de la mejor postura de compra y la mejor postura de venta del Futuro del IPC®. En caso de no existir, se aplicará el siguiente inciso.
- c) Será el precio de liquidación del día anterior del Futuro del IPC® más el cambio porcentual del IPC® con respecto al día de ayer en el instante del cálculo.

III. Valor del Precio de ejercicio X

Es el precio de ejercicio correspondiente a la opción del Futuro IPC® analizada y es constante durante la sesión.

IV. Valor del tiempo al vencimiento.

Es el tiempo al vencimiento en años (año de 360 días) y es constante durante la sesión. Se calcula de la siguiente manera: $[(\text{Fecha de vencimiento} - \text{Fecha de Hoy})]/360$.

V. Valor de r

Será la tasa libre de riesgo "FRASWAP" proporcionada por Valmer durante la sesión, para el plazo al vencimiento de la opción correspondiente. Generalmente VALMER proporciona dicha tasa en tres diferentes horarios. Al momento del cálculo se tomará la tasa "FRASWAP" disponible.

Siguientes cálculos del VIMEX® en una sesión de operaciones del MexDer.

Se activa cada que se produce un cambio en la mejor postura de compra o la mejor postura de venta de alguna de las ocho Opciones sobre Futuros del IPC® que integran la muestra del VIMEX®. Las restantes siete Opciones tomarán la volatilidad implícita previamente calculada durante la sesión y que en caso de no existir serán las del cierre del día anterior.

Se activa en el momento que existe un nuevo par de posturas una de compra y una postura de venta de alguna de las ocho Opciones sobre Futuros del IPC® que integran la muestra del VIMEX®. Las restantes siete Opciones tomarán la volatilidad implícita de cierre del día anterior.

Se activará siempre que se registre un hecho de alguna de las ocho Opciones sobre Futuros del IPC® que integran la muestra del VIMEX®. Las restantes siete Opciones tomarán la volatilidad implícita previamente calculada durante la sesión, misma que en caso de no existir será la del cierre del día anterior.

Insumos para el cálculo de las siguientes volatilidades implícitas:

I. Valor del Call o Put

Será el precio del hecho y/o el promedio ponderado por volumen cruzado de la mejor postura de compra y la mejor postura de venta, siempre y cuando haya cambiado en relación a la que dio origen al cálculo previo de volatilidad.

II. Valor del subyacente F

- a) Será el último hecho del Futuro del IPC® en el instante del cálculo, siempre y cuando no exceda de 5 minutos de haberse registrado, se ser así, se aplicará el siguiente inciso.
- b) Será el promedio ponderado por volumen cruzado de la mejor postura de compra y la mejor postura venta del Futuro del IPC®. En caso de no existir, se aplicará el siguiente inciso.
- c) Será el precio de liquidación del día anterior del Futuro del IPC® más el cambio porcentual del IPC® con respecto al día de ayer en el instante del cálculo.

Valor del Precio de ejercicio X, Valor de (T-t), Valor de r, serán las mismas que se definieron en el primer cálculo.

Cálculo de cierre del VIMEX® en una sesión de operaciones del MexDer.

El último cálculo del VIMEX® se produce con las “volatilidades implícitas suavizadas” que genera MexDer con precios de liquidación y que se calculan en Heston. El nivel con el que cierre el VIMEX® será el de inicio del siguiente día de operaciones.

Rollover de las Opciones que integran la muestra del VIMEX®

El *rollover* es la sustitución de alguna de las Opciones que integran la muestra del VIMEX®, por otra con mayor plazo al vencimiento y sucede cuando alguna Opción de dicha muestra les restan 10 días naturales para su vencimiento. Lo anterior obedece a que las Opciones al acercarse el vencimiento incrementan significativamente su volatilidad y crean distorsiones en el cálculo del índice y para evitarlo se sustituyen. La Opción sustituta deberá cumplir con las características declaradas para el grupo de las 8 Opciones que integran la muestra del VIMEX®.

Durante el período de *rolado*, el cálculo del VIMEX® presenta una ponderación que es una extrapolación de σ_1 y σ_2 ; donde el vencimiento más cercano tiene una ponderación mayor a 1 y el vencimiento más lejano tiene una ponderación negativa compensatoria, de tal forma que la suma de ambas ponderaciones es 1 (por ejemplo 1.25 y -0.25). Esta extrapolación también se da en los trimestres que duran más de 90 días, en los períodos donde ambas Opciones tienen un plazo al vencimiento mayor a 90 días. De la fórmula del cálculo del VIMEX® y las fechas de vencimiento de la nueva muestra se puede comprobar dicha afirmación.

$$\text{VIMEX}^{\circledR} = \sigma_1 \left(\frac{T_2 - 90}{T_2 - T_1} \right) + \sigma_2 \left(\frac{90 - T_1}{T_2 - T_1} \right)$$

Particularidades en el cálculo del VIMEX®

Indeterminación de la volatilidad implícita o valor cero:

- La volatilidad implícita se indetermina cuando después de 20 iteraciones no se da la convergencia a cero en el modelo Newton Raphson en la diferencia entre la volatilidad obtenida a partir del modelo y la volatilidad “semilla” (la volatilidad puesta arbitrariamente). También hay indeterminación cuando dicha diferencia fluctúa de tamaño (variando de chica a grande) o sólo se hace grande.
- La indeterminación se origina con posturas desproporcionadas, ya sea muy grandes o muy chicas relativas a los precios de negociación.
- En caso que la volatilidad se indetermina o sea cero hay que tomar el valor de volatilidad anterior en ese precio de ejercicio/serie y en caso de no existir nivel anterior tomar la volatilidad de cierre del día anterior.

Activación del cálculo de volatilidad implícita:

La única variable que activa el cálculo de la volatilidad implícita y por ende del VIMEX® son las posturas o hechos de las Opciones sobre Futuros del IPC®. De tal manera que:

- Ni los cambios en las posturas o hechos del Futuro subyacente, ni la tasa libre de riesgo activan el cálculo de la volatilidad implícita.
- La razón para que este modelo siga esta dinámica es que la volatilidad implícita surge de un modelo de Opciones.

Tratamiento del plazo al vencimiento

- En el plazo al vencimiento se consideran períodos discretos en días.

Cálculo de la volatilidad implícita

Para calcular las volatilidades implícitas se hace uso del modelo Black76, con el cual se obtiene el precio teórico de la Opción a partir de las siguientes variables: el precio de ejercicio de la Opción K , el precio Futuro del activo subyacente F , la prima de la Opción en el mercado C o P , el tiempo al vencimiento $T-t$, el nivel de tasa de interés r y la volatilidad del subyacente σ .

Para la Opción Call:

$$C = e^{-r(T-t)} FN(d_1) - Ke^{-r(T-t)} N(d_2) = e^{-r(T-t)} [FN(d_1) - KN(d_2)]$$

Para la Opción Put:
$$P = e^{-r(T-t)} [-FN(-d_1) + KN(-d_2)]$$

Dónde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F}{K}\right) + \frac{\sigma^2(T-t)}{2}}{\sigma\sqrt{(T-t)}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

El procedimiento empleado para obtener la volatilidad implícita, consiste en “invertir” el modelo de valuación Black76, en el sentido que la incógnita sea la volatilidad σ y la prima del Call o Put sea el insumo. Una solución es aplicar el método iterativo de “Búsqueda de Newton Raphson”. Para él se requiere contar con la siguiente información:

- El precio teórico de la Opción Call o Put calculado con Black76.
- El parámetro lambda (Λ) que es la tasa de cambio del valor de la Opción respecto al cambio en la volatilidad del valor subyacente F .
- Prima de la Opción en el Mercado.
- Valor “semilla” o inicial para el cálculo iterativo de la volatilidad.

El nivel de exactitud requerido, ε , determina la finalización del proceso iterativo de la siguiente manera:

$$|p_i - p| \leq \varepsilon$$

Dónde:

ε = Exactitud requerida

p_i = Precio teórico obtenido del modelo de Black76, con volatilidad σ_i

p = Precio registrado del último hecho

Una vez definido el nivel de exactitud, se calcula el precio teórico p_i empleando el modelo Black76, partiendo de conocer el precio Futuro del activo subyacente F , el precio de ejercicio K , el tiempo al vencimiento $(T-t)$, la tasa libre de riesgo r y suponiendo un valor "semilla" para la volatilidad σ .

El proceso iterativo se lleva a cabo el algoritmo "Búsqueda de Newton Raphson":

$$\sigma_{i+1} = \sigma_i - \frac{P_i - P}{\Lambda_i}$$

Donde:

$$\Lambda_i = F \sqrt{T-t} N(d_1) e^{-r(T-t)}$$

σ_i = Volatilidad en la i -ésima iteración.

Λ_i = Vega o Lambda de la i -ésima iteración.

El proceso iterativo finaliza cuando la volatilidad resultante es $\sigma_i \approx \sigma_{i+1}$.

El índice de Volatilidad México VIMEX® ha sido diseñado y es calculado por MexDer con técnicas confiables de valuación. No obstante lo anterior, MexDer, Mercado Mexicano de Derivados, S.A. de C.V. no se hace responsable por eventuales errores, ni por la interpretación que terceros pudieran darle a este índice o decisiones que tomen derivadas de él. Tampoco implica de manera alguna la recomendación de compra o venta de algún activo basado en este Indicador, en su metodología, o información relativa a él.

VIMEX® es una marca registrada por MexDer, Mercado Mexicano de Derivados, S.A. de C.V. Cuando en medios impresos o electrónicos se refiera a él, habrá que poner la leyenda. "Fuente: MexDer".

IPC® es una marca registrada por la Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V.