
Analisis Cuantitativo en Finanzas

Manu Maurette, 2022

Clase 2: Opciones

Opciones

Definición

Una **opción** es un contrato que le da al dueño el **derecho**, pero no la obligación, de negociar un activo predeterminado, llamado también el **activo subyacente** por un precio determinado, llamado también **precio de ejercicio** en un tiempo en el futuro, llamada la **fecha de expiración**.

Una opción **call** (de compra) da al dueño el derecho a comprar y una **put** (de venta), el derecho a vender.

Jerga en ingles – lenguaje en el que encontrarán la mayoría de la bib.:

Activo subyacente – *Underlying asset*

Precio de ejercicio – *Strike Price*

Fecha de expiración – *Expiry/Maturity*

¿Para qué se usan?

Es claro de la definición, que el comprador de opciones obtiene un riesgo limitado, ya que goza de un derecho y no una obligación. En cambio, el vendedor o emisor de la opción asume un compromiso que debe honrar si el poseedor de la opción lo requiere, y por lo tanto su riesgo es mucho mayor.

Algunos usos:

Cobertura contra potenciales movimientos de precios

Especulación, beneficio ante un movimiento del subyacente

Apalancamiento y **replicación** de posiciones a través de sintéticos

Market -Making

Múltiples **estrategias** combinando diversas opciones

Arbitraje

Ejercicio (1 / 2)

Hay dos principales **tipos de ejercicio** – es decir el momento en el cual el poseedor del derecho puede hacer uso del mismo (ejercer)

Europeo – **Solamente** se puede ejercer la opción en el **vencimiento**

Americano – Se puede ejercer la opción **en todo momento**

Hay otros tipos de ejercicio intermedios (Ejemplo: *Bermuda*)

Las opciones listadas en los mercados de *Equity, Commodities*:

Suelen* ser Americanas - es decir permiten el ejercicio temprano.

Ejercicio (2/2)

La operatoria en el ejercicio (temprano o a vencimiento) en BYMA :

3.3. Ejercicio y bloqueo de las Opciones

3.3.1. Los titulares podrán hacer uso del derecho que poseen a partir del día en que se liquida la prima y hasta el día inmediato anterior a la fecha de vencimiento, las posiciones abiertas en el último día, podrán ser ejercidas, en los horarios determinados en la Circular de Tabla de Horarios.

Para el último ejercicio posible, que se realiza con posterioridad al horario de rueda, deberán distribuirse indefectiblemente las posiciones no asignadas.

Los ejercicios deberán ser informados a BYMA a través de los medios especialmente habilitados para ello.

3.3.2 El ejercicio de la opción será atendido por una posición lanzadora escogida de acuerdo con el siguiente criterio:

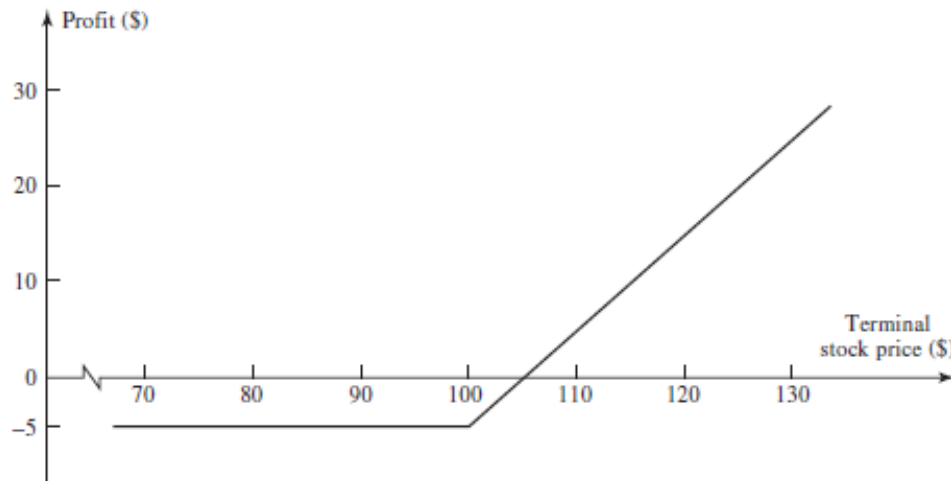
- En opciones de compra: por sorteo entre posiciones cubiertas. Agotada la instancia precedente, por sorteo entre posiciones descubiertas.
- En opciones de venta: por sorteo entre las posiciones registradas.

La elección de posiciones lanzadas será ejecutada por un proceso informático que en forma secuencial y hasta satisfacer las necesidades de ejercicio, selecciona automáticamente y al azar entre el remanente de posiciones lanzadas sujetas a ejercicio.

Fuente: <https://www.byma.com.ar/productos/opcionesp/>

Comprar un *Call* (*long call*)

Aquel que compra una opción *call* paga dinero *up-front*. Veamos el grafico de la **ganancia del comprador de la *call*** con respecto al precio final del activo subyacente:



Fuente: Hull – Fig 10.1

Ganancia luego de escribir una opción europea *call* .

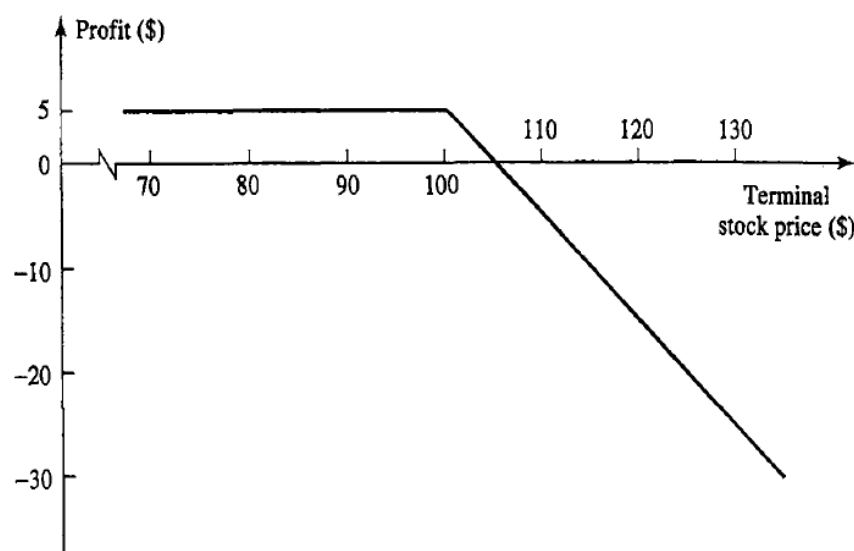
Precio de la opción = \$5

Precio de ejercicio = \$100

El comprador del *call* se beneficia con una suba del activo. *Notar que igual convendría ejercer en la zona \$100-\$105.*

Vender (escribir) un *Call* (*short call*)

Por ejemplo, el que escribió la opción recibe dinero *up-front*, pero tiene **potenciales riesgos**. Veamos el grafico de la **ganancia del vendedor de la *call*** (escritor) con respecto al precio final del activo subyacente:



Fuente: Hull – Fig 10.3

Ganancia luego de escribir una opción europea *call* .

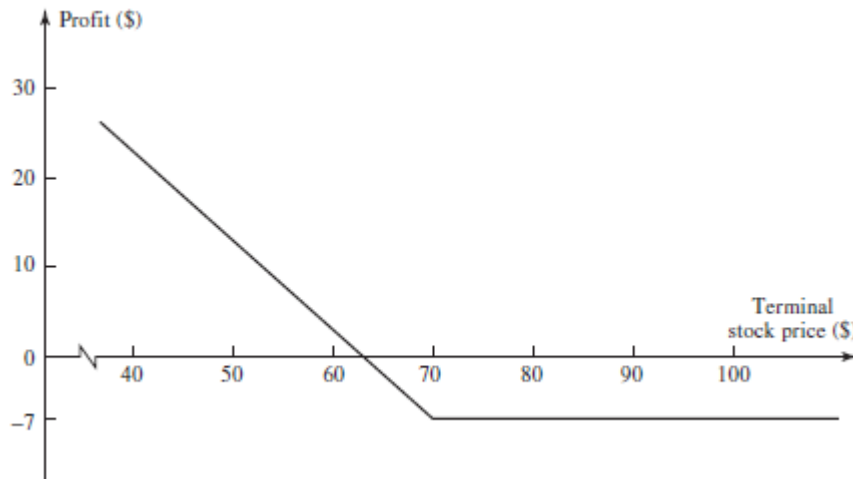
Precio de la opción = \$5

Precio de ejercicio = \$100

El vendedor del *call* se beneficia con una baja del activo (no le ejercen). De no estar cubierto, tendría una perdida grande si sube el activo.

Comprar un *put* (*long put*)

Quien compra una *put* Europea, paga dinero *up-front* Veamos el grafico de la **ganancia del comprador de la *put*** con respecto al precio final del activo



Fuente: Hull – Fig 10.2

Ganancia luego de escribir una opción europea *put*.

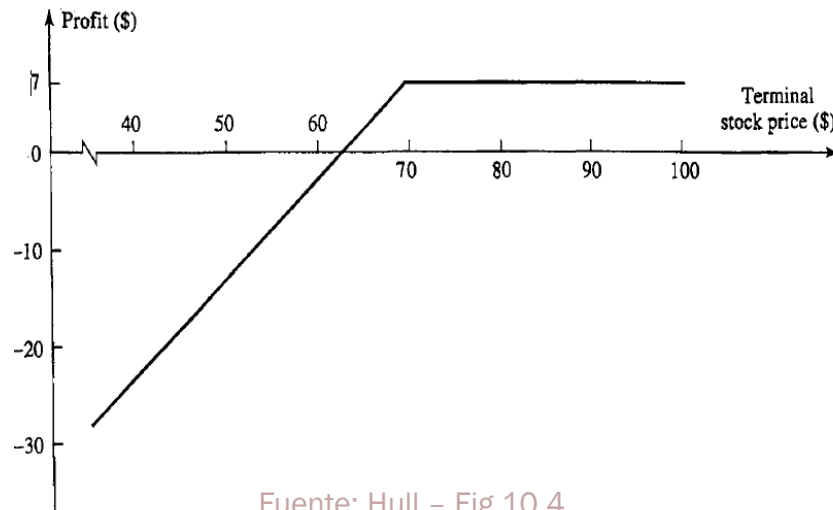
Precio de la opción = \$7

Precio de ejercicio = \$70

El comprador del *put* se beneficia con una baja del activo y también ejercería entre \$63 y \$70.

Vender(escribir) un *put* (*short put*)

El escritor de una *put* Europea, en cambio también recibe dinero *up-front*, pero tiene potenciales riesgos. Veamos el grafico de la **ganancia del vendedor de la *put*** (escritor) con respecto al precio final del activo - **aseguradora**



Fuente: Hull – Fig 10.4

Ganancia luego de escribir una opción europea *put*.

Precio de la opción = \$7

Precio de ejercicio = \$70

El vendedor del *put* se beneficia con una suba del activo (no le ejercen). De no estar cubierto, tendría una perdida grande si baja el activo.

Payoffs (1 / 2)

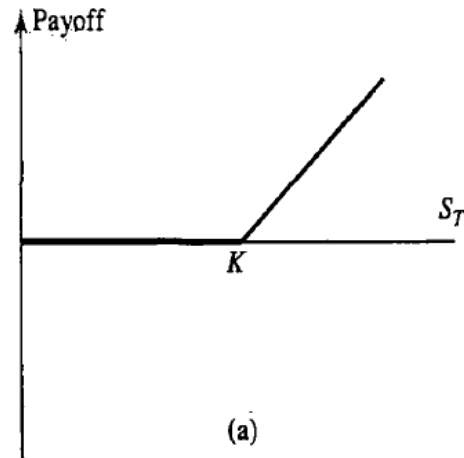
Veamos el *payoff* de cada una de las posiciones en una opción:

- *Long* en un *CALL*: $\max(S(T) - K, 0)$
- *Long* en un *PUT*: $\max(K - S(T), 0)$
- *Short* en un *CALL*: $-\max(S(T) - K, 0)$
- *Short* en un *PUT*: $-\max(K - S(T), 0)$

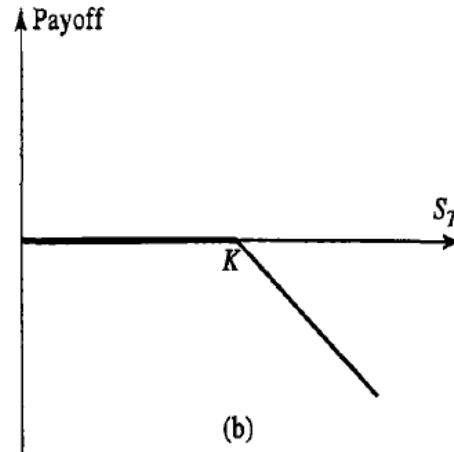
Veamos los gráficos de los 4 *payoffs*

Payoffs (2/2)

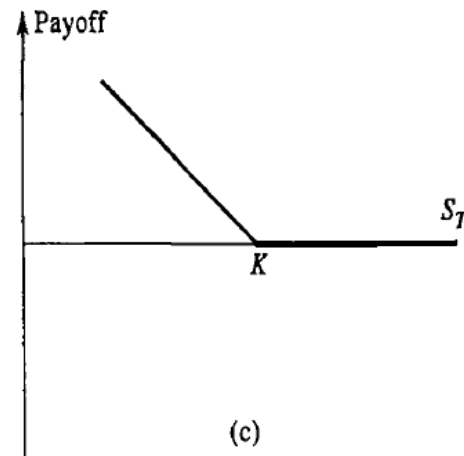
Veamos el *payoff* de cada una de estas posiciones (K es el *strike*) :



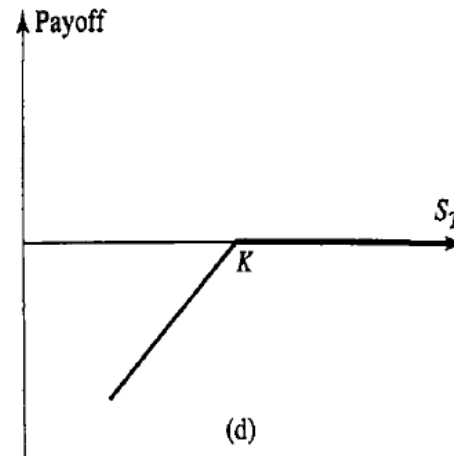
a) Long CALL



b) Short CALL



c) Long PUT

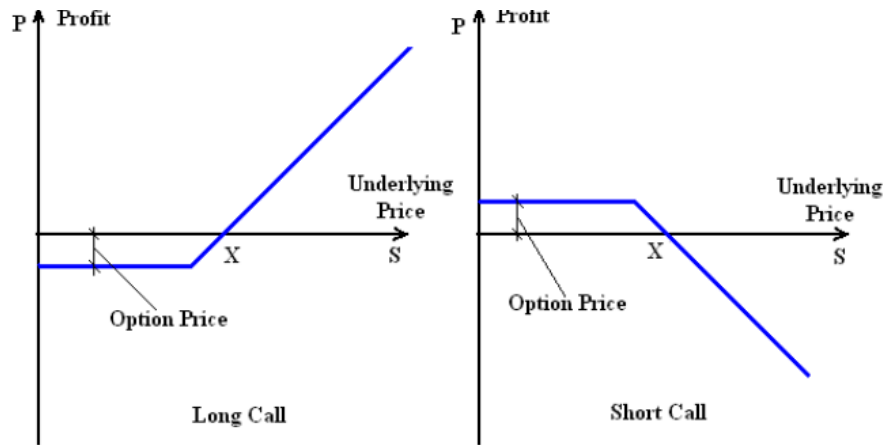


d) Short PUT

Fuente: Hull - Fig 10.5

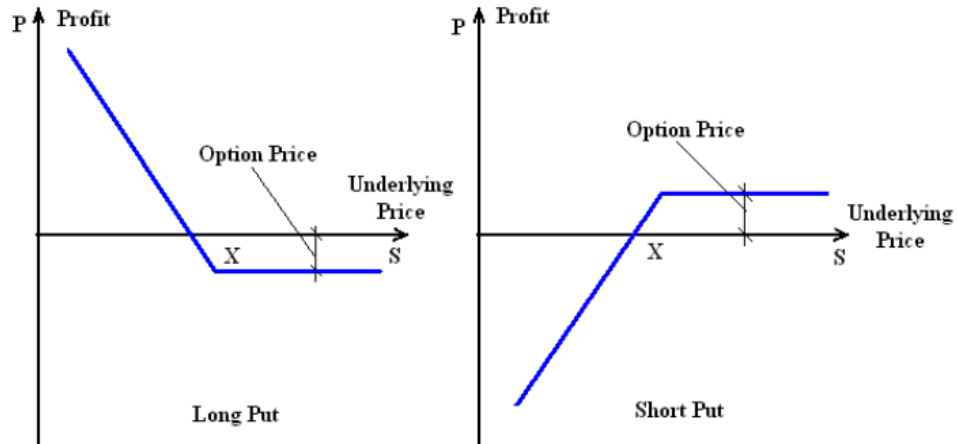
PnL

Repasemos por ultimo el *Profit & Loss* (ganancia) (aquí X es el



a) *Long CALL*

b) *Short CALL*



c) *Long PUT*

d) *Short PUT*

Posiciones de una opción

Apuesta\Posición	Comprado	Vendido
Al alza	<i>Long Call</i>	<i>Short Put</i>
A la baja	<i>Long Put</i>	<i>Short Call</i>

Pago\Recibo	Pago	Recibo
Máxima Perdida	Prima	!!!

Valor Intrínseco de una Opción

- El **valor intrínseco (VI)** de una opción es la diferencia entre el precio del activo subyacente en el mercado y el precio de ejercicio
- El VI es siempre positivo. Si la diferencia entre precios es negativa, el VI es 0
- Al vencimiento, el VI es el valor de la opción (*payoff*)
- Ej: Para un *call long*: $VI_C(t) = \max(S(t) - K, 0)$
- Ej: Para un *put long*: $VI_P(t) = \max(K - S(t), 0)$
- Se habla también de **valor temporal (o extrínseco)** de la opción: $Prima = Valor\ intrínseco + Valor\ Temporal$

Grado de dinero (*Moneyness*) de una opción

El *moneyness* es una medida del grado en que un derivado financiero es probable que tenga un valor positivo en su fecha de expiración:

- En el dinero – *At the money (ATM)*: si su precio de ejercicio (*strike price*), es el **mismo** que el precio del subyacente sobre el que la opción está basada
- Fuera del dinero – *Out of the money (OTM)*: si no tiene valor intrínseco; Ej: una opción *call* para la que el precio del activo subyacente es **menor** que el precio de ejercicio de la opción.
- Dentro del dinero – *In the money (ITM)*: si tiene valor intrínseco; Ej: una opción *call* para la que el precio del activo subyacente es **mayor** que el precio de ejercicio de la opción.

Opciones: Mercados

Mercados Organizados (*exchanges*)

- contratos estandarizados
- *trade* contra el mercado, que obliga a la colateralización
- riesgo de crédito casi nulo
- liquidez relativamente alta

Mercados OTC (*Over-the-Counter*)

- contratos no estandarizados
- *trade* bilateral, riesgo de la contraparte
- riesgo de crédito no nulo
- baja liquidez

Venta cubierta – Venta descubierta (*naked*)

- La venta cubierta es una típica forma de **cubrir riesgo** ante una posición en el mercado.
- El riesgo que se asume ante una venta descubierta es **mucho mayor** al de una venta cubierta.
- Muchos *brokers* **no permiten** la venta descubierta (a nivel minorista)
- Las opciones tienen **costos de transacción** (*fees*) que suelen ir en parte a las *clearing houses*.
- Los contratos suelen ser por **100 unidades del subyacente (lote)**

Comentarios de la operatoria –margen (1 / 2)

- La prima de una opción **NO*** puede pagarse con margen.
- La venta descubierta implica la necesidad de margen y el potencial riesgo al *margin call*

Ejemplo de requerimientos de *margen* (CBOE):

Una opción desnuda es una opción que no se combina con una posición activo subyacente. El margen inicial y de mantenimiento requerido por el CBOE para una opción *call* descubierta es el mayor de los dos cálculos siguientes:

- 1) El 100% de los ingresos de la venta **más** el 20% del precio del activo subyacente precio **menos** la cantidad, si la hay, por el cual la opción está fuera del dinero.
- 2) El 100% de los ingresos de la venta **más** el 10% del precio del activo subyacente.

Comentarios de la operatoria –margen (2/2)

Para una opción *put* descubierta el margen es el mayor entre:

- 1) El 100% de los ingresos de la venta **más** el 20% del precio del activo subyacente **menos** la cantidad, si la hay, por el cual la opción está fuera del dinero.
- 2) El 100% de los ingresos de la opción **más** el 10% del precio de ejercicio.

El 20% en los cálculos anteriores se sustituye por un 15% para las opciones sobre índices, dado que un índice bursátil suele ser menos volátil que el precio de una acción.

Ej: Un inversor escribe una opción *call* descubierta sobre un activo. El precio de la opción es \$5, el precio de ejercicio es \$40, y el precio del activo subyacente es \$38. El margen será el máximo entre:

- $100 \times (\$5 + \$38 \times 0.2 - \$2) = \mathbf{\$1060}$
- $100 \times (\$5 + \$38 \times 0.1) = \$880$

Obs1: $100 \times \$38 = \mathbf{\$3800}$ – es el valor nominal del contrato

Obs2: Es dinámico: si subyacente=41, opción=6.5 margen= **1470** (+50%)

si subyacente=35, opción=4 margen= **max(600,750)**

¿Opciones sobre qué? (1 / 2)

El espectro de subyacentes que tienen opciones es similar a aquel del mercado e Futuros.

Opciones sobre acciones (*Equity*).

- Argentina: BYMA - <https://www.byma.com.ar/opciones/>
- USA: NYSE (hay otros) - <https://www.nyse.com/products/options-equity>

Opciones sobre *Commodities* (Ej: Soja, Maiz, Trigo, Oro)

- Argentina: Opciones ROFEX/MATBA –
<https://www.matbarofex.com.ar/producto/futuros-y-opciones-sobre-soja>
- USA: CME (hay otros) –Ejemplo de Soja
https://www.cmegroup.com/trading/agricultural/grain-and-oilseed/soybean_contractSpecs_options.html?optionProductId=321#optionProductId=321

¿Opciones sobre qué? (2/2)

El espectro de subyacentes que tienen opciones es similar a aquel del mercado e Futuros.

Opciones sobre FX

- USDARS - <https://www.matbarofex.com.ar/producto/futuros-y-opciones-sobre-dolar>
- GBP/USD (entre otros)-
https://www.cmegroup.com/trading/fx/g10/british-pound_quotes_globex_options.html#optionProductId=8099&strikeRange=ATM

Opciones sobre Índices

- ROFEX20 - <https://www.matbarofex.com.ar/producto/futuros-y-opciones-sobre-indice-rofex-20>
- SPX - <http://www.cboe.com/products/stock-index-options-spx-rut-msci-ftse/s-p-500-index-options/s-p-500-options-with-a-m-settlement-spx/spx-options-specs>
- VIX - <https://www.cboe.com/products/vix-index-volatility/vix-options-and-futures/vix-options>

Opciones sobre *crypto* - <https://www.deribit.com/pages/docs/options>

Caso de Estudio 1 (1/4) Especulación

Supongamos que las **acciones de *Apple*** están a día de hoy a \$200, y sabemos que en alrededor de tres meses va a sacar un nuevo *Iphone* y creemos que eso hará que suba el valor de sus acciones.

Inversión 1:

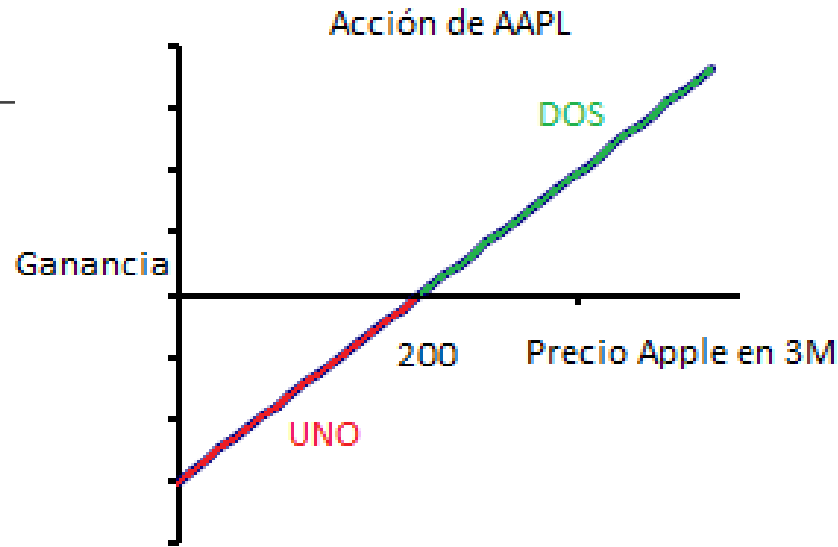
Podemos **por un lado** comprar la acción de AAPL a \$200 hoy. En 3 meses pueden pasar los siguientes dos escenarios:

UNO: La acción está por debajo del precio de hoy **PnL: PERDEMOS** la diferencia entre \$200 y el precio (SIN PISO, más que el 0!)

DOS: La acción está por encima del precio de hoy: **PnL: GANAMOS** la diferencia entre el precio y \$200 (SIN TECHO)



Caso de Estudio 1 (2/4) Especulación



Puedo ganar mucho si la acción sube mucho

Puedo perder mucho si la acción baja mucho

Muchas veces no quisiera tan estar expuesto a una baja

Inversión 2:

Decidimos entonces comprar **opciones de compra con precio de ejercicio \$210 a tres meses**, que en el mercado cuestan \$12 c/u. Esto significa que de aquí a tres meses, **si nos conviene**, podremos ejercer la opción, y el vendedor nos entregará las acciones a \$210.

Caso de Estudio 1 (3/4) Especulación

UNO: Las acciones están por debajo del precio de ejercicio (210\$), no ejerceremos la opción y perderemos la prima

PnL: PERDEMOS \$12 (PISO)

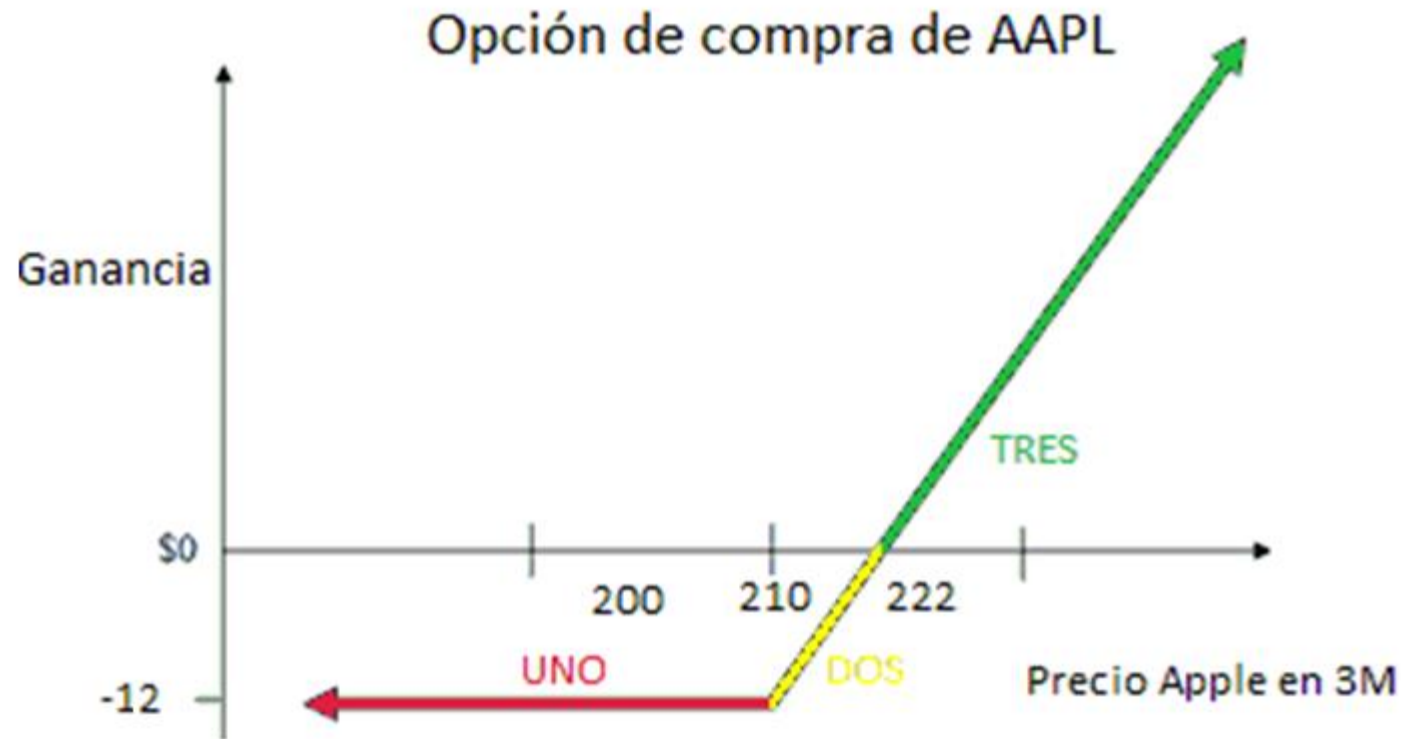
DOS: Entre \$210 y \$222, reduciendo las pérdidas hasta 0. Sí ejercitaremos la opción ya que perderemos menos de los \$12 de la prima.

PnL: PERDEMOS entre \$0 y \$12

TRES: A partir de \$222 siempre ejercitaremos la opción y además empezaremos a tener beneficios. Si compramos a \$210 más \$12 de prima algo que cuesta \$210, tenemos un beneficio/

PnL: GANAMOS la diferencia entre el precio y 222\$ (SIN TECHO)

Caso de Estudio 1 (4/4) Especulación



En el ejemplo, el derecho ese costaba \$12, pero encontrar el precio *justo* a ese derecho es un problema muy complejo matemático

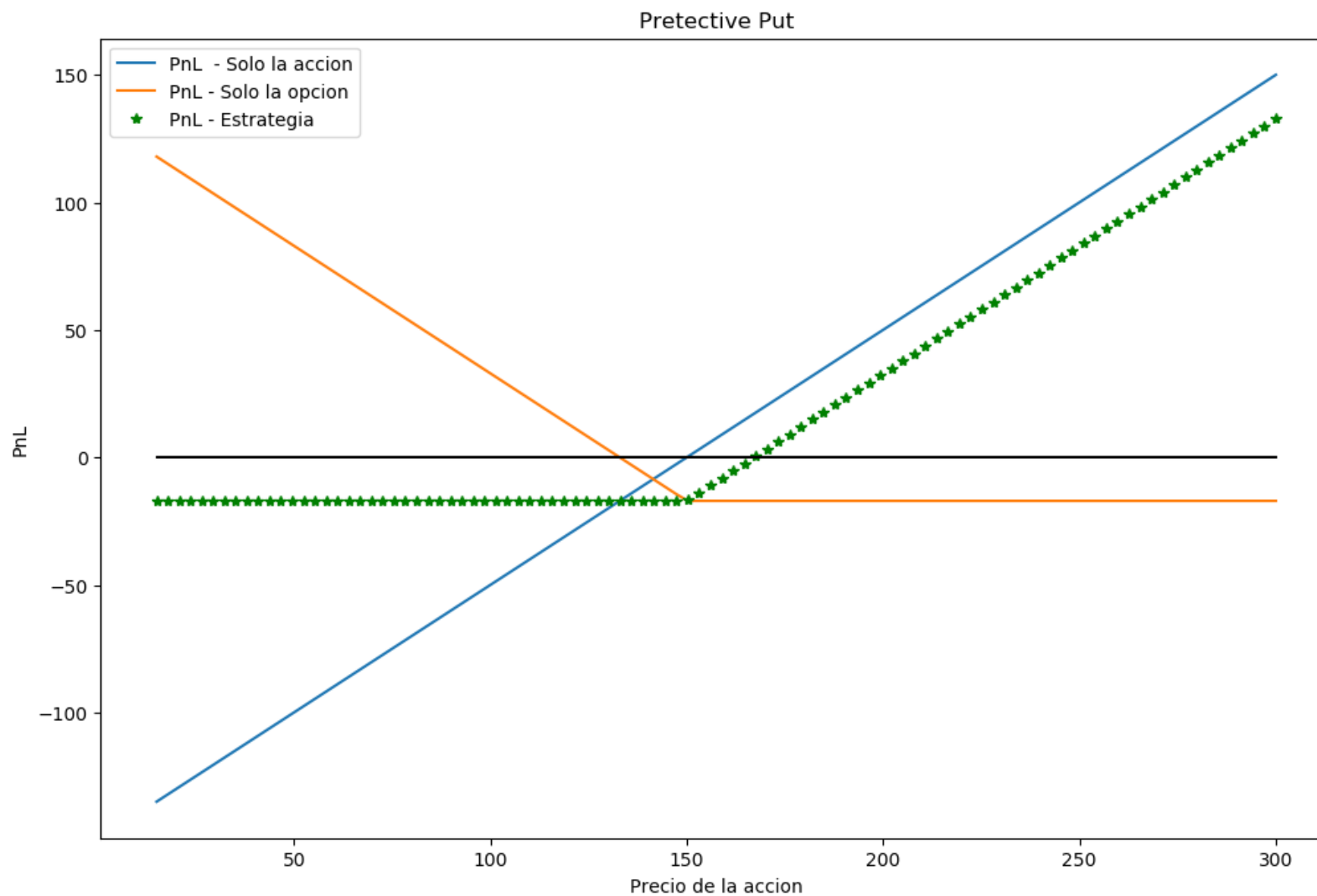
Caso de Estudio 2 (1 / 2) Cobertura

Put Protectora (Protective Put)

Un inversor compra una acción a un precio de \$150 anticipando una suba. Para asegurarse de una eventual baja del activo, el inversor compra una opción *put* con el mismo strike, pagando para ello una prima.

El inversor compra protección ante la caída (riesgo) cediendo una potencial ganancia mayor

Caso de Estudio 2 (2/2) Cobertura

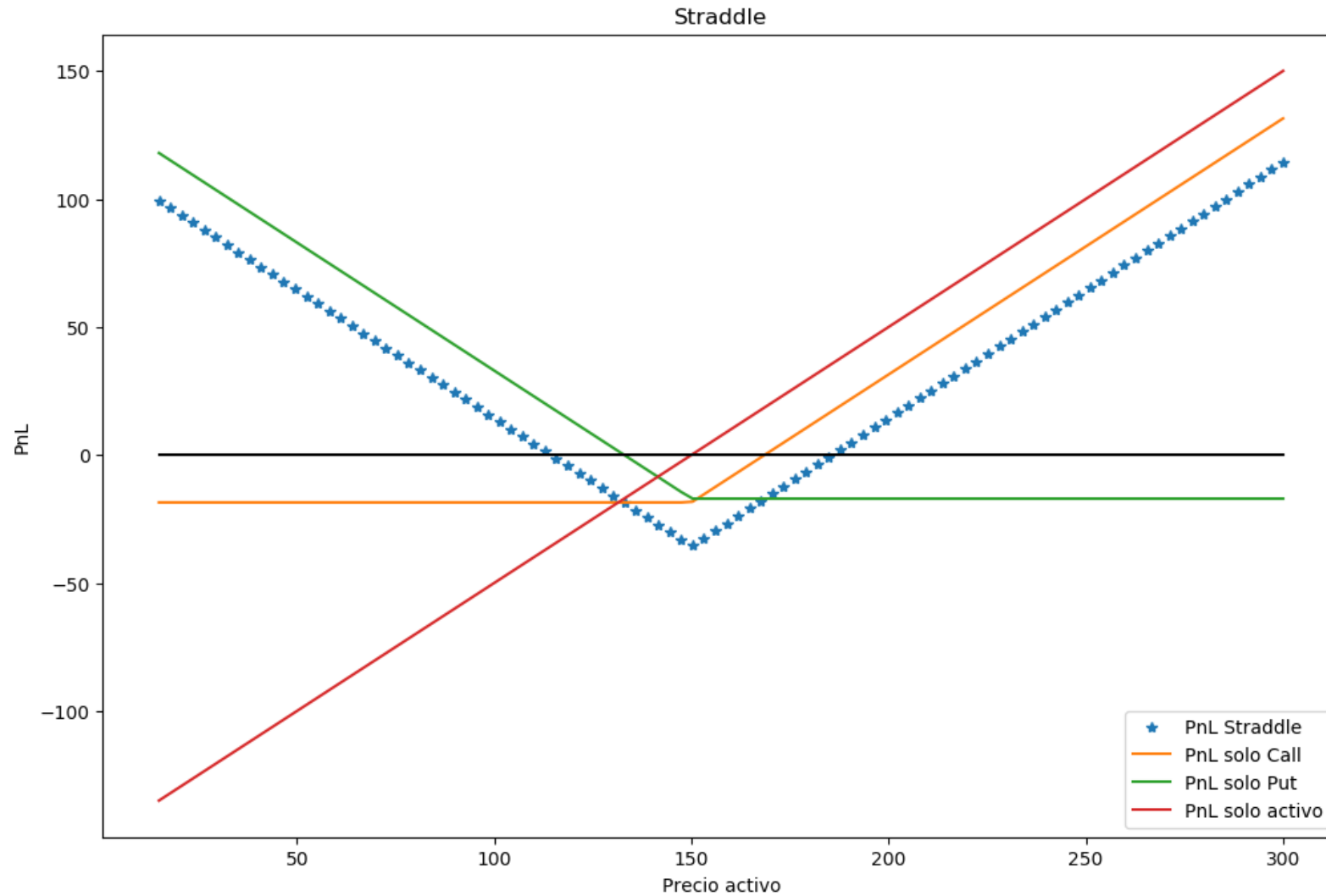


Caso de Estudio 3 (1 / 2) Comprar volatilidad Straddle

Un inversor especula con un movimiento importante de un activo (Earnings, Elecciones, Anuncios, etc) pero no puede determinar en que dirección. Para eso compra una opción *call* y una opción *put* con el mismo precio de ejercicio- usualmente el precio del activo en el momento de la compra – es decir dos opciones ATM.

El inversor compra riesgo!

Caso de Estudio 3 (2/2) Comprar volatilidad



Precio/Valor de una Opción

El precio de mercado de una opción líquida negociada en un *Exchange* antes de expiración está determinado, como cualquier otro activo líquido, por **oferta y demanda**.

Cuando las opciones no son líquidas. Por ejemplo opciones muy OTM o muy ITM (*Deep ITM, Deep OTM*), el precio suele derivar de un **modelo** (Ej: **Árboles Binomiales, Black-Scholes, etc**).

La teoría formal detrás de la valuación de derivados se baja en la **ausencia de arbitraje**. Será crucial tenerlo en cuenta siempre.

Vamos a dedicarle una buena parte del curso a estudiar modelos de precios de prima de Opciones

El precio de una Opción **NO** depende de:

Tasa de crecimiento esperada del precio de la acción (μ)

Rendimiento del activo (α)

Comparación de rendimiento contra otros activos (β)

El precio de una opción será unívocamente determinado por la ausencia de arbitraje.

El precio de una Opción **SI** depende de: (1 / 2)

Del activo subyacente (1/2)

Precio *spot* (S) – de mercado

Del contrato propiamente dicho

Precio de ejercicio (K) (*strike*)

Tiempo a expiración (T) (*Time to Maturity*)

Tipo de contrato (Call o *Put*)

El precio de una Opción **SI** depende de: (2/2)

Del mercado

Tasa de interés libre de riesgo (r) (*Risk-free IR*) – no es trivial la decisión de cual tasa tomar. Usualmente se modela.

Del activo subyacente (2/2)

Tasa o estructura de pago de dividendos (q) – se suelen usar modelos de estimación teniendo en cuenta pagos pasados. [Los dejaremos de lado bastante...]

Del contrato + activo subyacente + mercado

Volatilidad implícita (σ) – un curso aparte!

Modelos Matemáticos en Finanzas Cuantitativas

- Fórmulas Cerradas / Aproximaciones analíticas
- Modelos de árboles (*lattices*)
- Modelos de Ecuaciones Diferenciales
- Montecarlo
- Ad-hoc

Volatilidad Implícita (1 / 2)

- La visión del mercado de lo que podría pasar con el precio de un activo en el futuro.
- Se considera usualmente como un *proxy* al riesgo de mercado
- Es un **factor determinante** a la hora de buscar el precio de una opción
- No es lo mismo que la volatilidad histórica del subyacente - volatilidad realizada o volatilidad estadística, desvío estándar de los retornos de los últimos N días.
- Para cada K y T vamos a tener **distintas volatilidades** $\sigma(K, T)$

Volatilidad Implícita (2/2)

Por **definición**, la volatilidad implícita es aquella que al ponerla en un modelo de precio, se obtiene el precio de mercado.

Es decir, suponiendo que tengo un **modelo de precio** de opciones:

$$C(S_0, K, T, \sigma, r, q)$$

Si observo un precio C_M de mercado para una tupla (S_0, K, T, r, q) , que son los parámetros ‘conocidos’ de una opción, entonces σ_i será la **volatilidad σ : tal que se cumpla:**

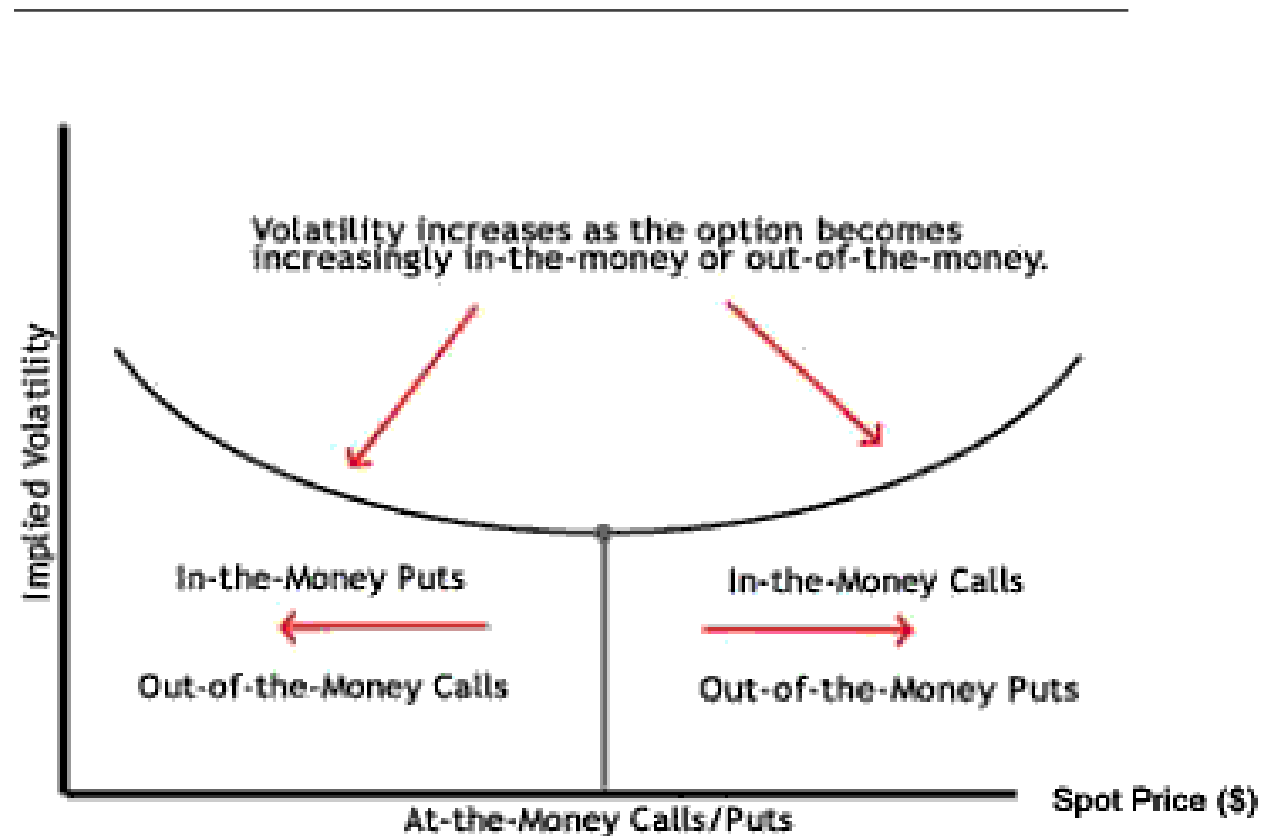
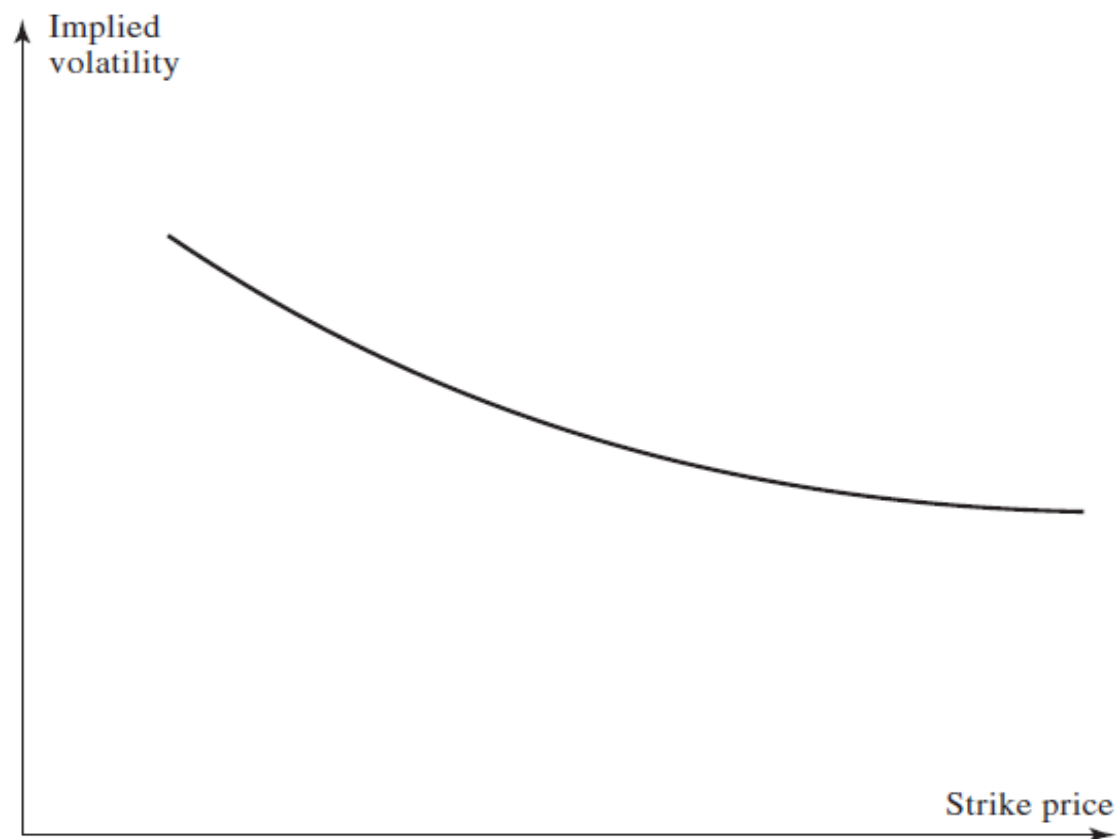
$$C(S_0, K, T, \sigma_i, r, q) = C_M$$

Esto se resuelve resolviendo una **ecuación** (no lineal)

Sonrisa (sesgo) de volatilidad

-
- Antes del **crash de 1987** (*Black Monday*), se asumía **que la volatilidad implícita no dependía del strike** en opciones de *Equity*. O por lo pronto que la dependencia era muy baja.
 - Desde 1987, el **grafico de la volatilidad contra el strike** que se ve en el mercado tanto para acciones como para índices ha tenido la **forma general de una sonrisa (o mueca)**.
 - La volatilidad utilizada para poner precio a una opción de *strike* bajo (un *call deep ITM* o un *put deep OTM*) es significativamente más alto que el utilizado para una opción de *strike* mas alto (un *call deep OTM* o un *put deep ITM*)

Sonrisa (sesgo) de volatilidad (2/2)

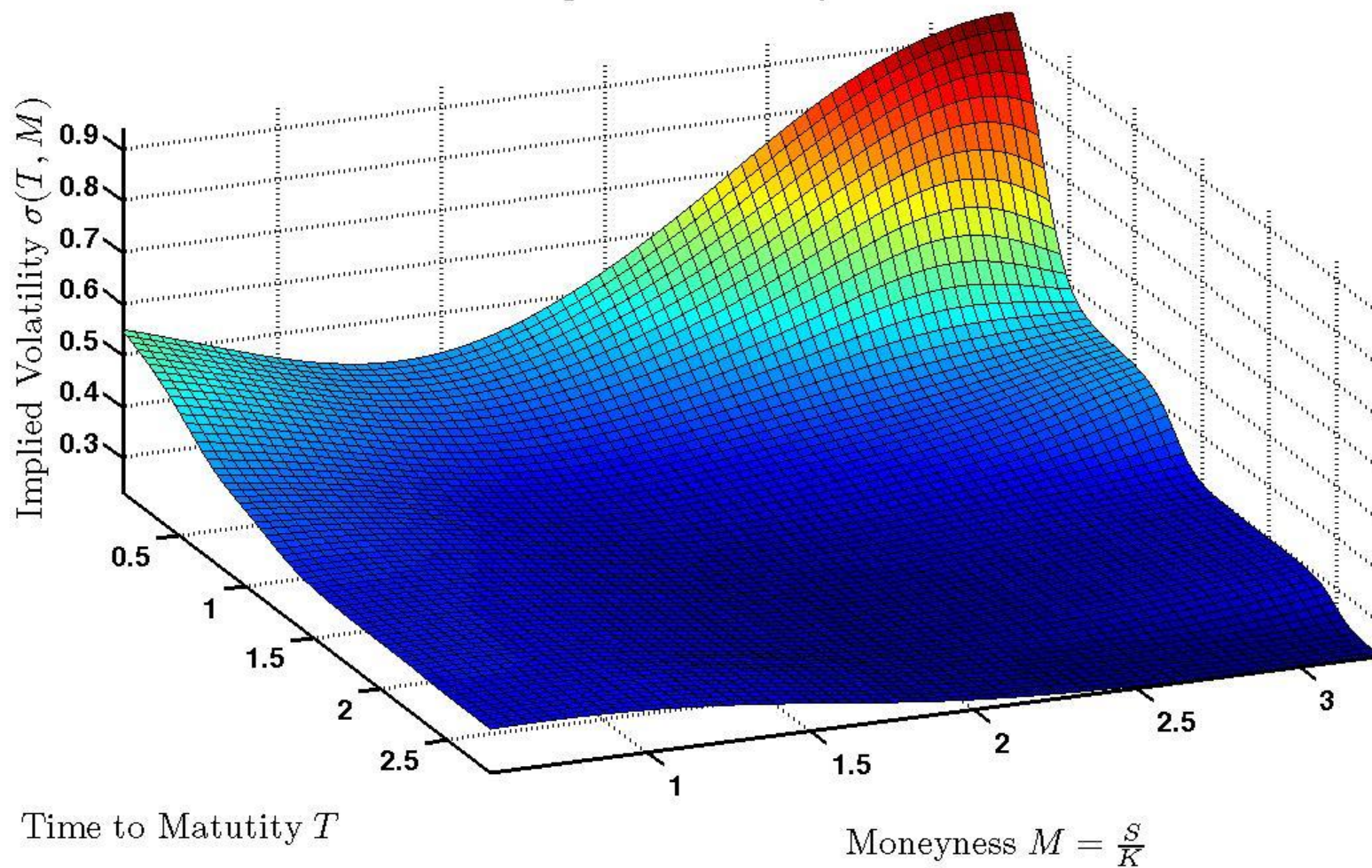


Fuente: Hull – Fig 20.3

Fuente: <https://greeksoftinstitute.wordpress.com/2016/07/05/understanding-volatility-smile-skew/>

Superficie de volatilidad

Implied Volatility Surface



Fuente: <https://medium.com/@xd529/three-typical-use-cases-of-the-implied-volatility-surface-a25d63edc86>

Como varia el precio de una opción

Los precios de las opciones varían en cuanto haya movimientos en algunas de sus variables.

Pensemos por unos minutos como se podría ver afectado el precio de por ejemplo Un *Call* Europeo con subas en cada uno de los siguientes parámetros (*ceteris paribus* los demás)

- ☐ Precio *spot* (S)
- ☐ Precio de ejercicio (K)
- ☐ Tiempo a Expiración (T) (*Time to Maturity*)
- ☐ Volatilidad implícita (σ)
- ☐ Tasa de interés libre de riesgo (r) (*Risk-free IR*)
- ☐ Tasa de dividendos (q)
- ☐ El tipo de opción (Call-Put)

Sensibilidad del precio respecto a los parámetros

Opciones *Vanilla* Europeas

Variable	<i>Call</i>	<i>Put</i>
S	+	-
K	-	+
T	?	?
σ	+	+
r	+	-
q	-	+

Opciones Americanas

- Una opción americana se define *casi* exactamente igual que una opción europea, con la diferencia que puede ser ejercida en cualquier momento de la vida de la opción.
- Notar que las denominaciones *americana* y *europea* nada tienen que ver con el origen de los activos. Es una nomenclatura para referirse al modo posible de ejercicio.
- Existen otras formas de ejercicio. Una bastante usada en el mundo de IR son las opciones de tipo bermuda, algo como un intermedio entre europeas y americanas – con fechas fijas en las que se puede ejercer.

Sensibilidad del precio respecto a los parámetros

	Europeas		Americanas	
Variable	C	P	C	P
S	+	-	+	-
K	-	+	-	+
T	?	?	+	+
σ	+	+	+	+
r	+	-	+	-
q	-	+	-	+
