



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Valuación de derivados y notas estructuradas

REPORTE DE TRABAJO
PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Actuario

PRESENTA:

Savir Alain Huitrón García

TUTORA

Dra. María del Pilar Alonso Reyes





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria:

A Dios: Sin su gracia y ayuda no sería posible nada.

A mi familia: Mis padres, Aarón y Garvelia, mis hermanos, Aldo y Genesis, de quienes siempre he tenido el apoyo incondicional.

A mi mejor amiga y esposa: Anani, quien es mi ayuda idonea para toda la vida.

A mi asesora: Dra. María del Pilar Alonso Reyes, por su tiempo, esfuerzo y paciencia para conmigo.

Índice general

1. Fundamentos	7
1.1. Introducción	7
1.2. Plain Vanilla: Opciones, Forwards, Futuros, Swaps	8
1.2.1. Opciones	8
1.2.2. Forwards	8
1.2.3. Futuros	8
1.2.4. Swaps	8
1.3. Opciones Exóticas: Power Options, Binary Options, Quanto Options	9
1.3.1. Power Options	9
1.3.2. Binary Options	9
1.3.3. Quanto Options	9
1.4. Derivados de Crédito	9
1.4.1. Credit Default Swaps (CDS)	10
1.5. Notas Estructuradas	10
1.5.1. Notas Estructurada OTC	10
2. Metodologías de evaluación de notas estructuradas y diversos modelos	19
2.1. Model Black & Scholes	19
2.1.1. Supuestos	19
2.1.2. Modelo Black - Scholes - Merton	20
2.2. Tipos de Opciones	21
2.2.1. Clasificadas por el Derecho que otorga	21
2.2.2. Clasificadas por el Tiempo de Ejercicio	21
2.2.3. Posiciones	21
2.2.4. Valor Intrínseco	21
2.2.5. Paridad Put - Call	23
2.2.6. Perfil de pago (<i>payoff</i>)	24
2.3. Estrategias con Opciones	26
2.3.1. BULL CALL SPREAD	26
2.3.2. BEAR PUT SPREAD	27

2.3.3. LONG BUTTERFLY	28
2.3.4. SHORT BUTTERFLY	29
2.4. Bono Cupón Cero	30
3. Valuación	31
3.1. DUAL FOREX NOTE	31
3.1.1. CARACTERÍSTICAS	31
3.1.2. PAGO AL VENCIMIENTO	32
3.1.3. RÉPLICA	33
3.1.4. FAIR VALUE AL 17 DE MARZO 2017	36
4. Conclusiones y Bibliografía	39
A. Tipos de Notas Estructuradas	43

Introducción

El presente trabajo explica de manera general los fundamentos, metodologías y ejemplos de notas estructuradas, las cuales existen como un medio de inversión o protección, de inversión porque existen en esta gama de instrumentos notas que son de capital garantizado cubriendo de esta manera el 100 % de capital, no poniendo riesgo alguno en el monto invertido así como aquellas que no cubren porcentaje alguno y lo único que se puede llegar a recuperar es lo referente a la parte de deuda inherente al instrumento, por otro lado son de protección debido a que se puede cubrir los riesgos financieros dependiendo de la clase de subyacentes a los cuales se encuentre expuesto, ya sean tasas, tipos de cambio, acciones o índices.

En el capítulo 1 se muestran los fundamentos de las notas estructuradas, al ser instrumentos híbridos, la estructura está compuesta por una parte de deuda y otra de derivados, de manera que se muestra una descripción de los tipos de derivados que existen así como un análisis descriptivo de las Notas Estructuradas de las cuales Valmer valúa con una fecha al corte de agosto 2019. El capítulo 2 muestra las metodologías tanto de los derivados así como la parte de la deuda, se realiza una descripción del modelo de Black & Scholes, se detalla en cuanto a la clasificación de las opciones por el derecho que otorga, por el tiempo de ejercicio, por las posiciones, el valor intrínseco, se detalla la paridad Put-Call así como el perfil de pago que tienen éstas, se da un por menor de las estrategias que se pueden realizar con las opciones así como ejemplos. La valuación de una nota estructurada del tipo “Dual forex note” se revisa en el capítulo 3, el análisis se hace a través de un ejercicio con las condiciones del mercado al día 17 de marzo del 2017 así como las características del instrumento con pago al vencimiento y su réplica con una estrategia híbrida de un derivado y un instrumento de deuda. Se incluyen en este trabajo las conclusiones, dentro de las cuales se hace notar la importancia de la información disponible para poder realizar decisiones sobre cualquier estrategia.

Capítulo 1

Fundamentos

1.1. Introducción

Los instrumentos financieros derivados surgen como una de las aportaciones más importantes de la ingeniería financiera al mundo de las finanzas, al ser instrumentos que están ligados a algún tipo de subyacente, como lo son las tasas, los tipos de cambio, los precios de las acciones y materias primas, son de valor muy importante en la medición de la incertidumbre.

Un instrumento financiero derivado es aquel cuyo valor depende o se “deriva” del valor de otro activo denominado “subyacente”, de manera que un activo subyacente es aquel que cotiza o se negocia en el mercado de contado o “Spot”, determinado según su negociación en dicho mercado el valor del producto derivado.

Existen varios usos para los derivados, los principales son:

- Administración y Cobertura de Riesgos
- Especulación
- Arbitraje

La administración y cobertura de riesgos es uno de los principales usos que las empresas usan para cubrirse eficientemente contra los Riesgos Financieros, los cuales deben de entenderse como cualquier exposición inminente de alguna eventualidad en la que existen pérdidas del capital de la empresa.

Los instrumentos derivados podrían ser clasificarlos en 4 grandes rubros.

- Primera Generación o Plain Vanilla (Opciones, Forwards, Futuros, Swaps).
- Opciones Exóticas (Power Options, Binary Options, Quanto Options).

- Derivados de Crédito (Credit Default Swaps, Asset Swaps, Credit Linked Notes).
- Notas Estructuradas (Notas Call y Put, Call / Put Spread, Notas Duales, Notas «No Touch», Wedding Cake).

1.2. Plain Vanilla: Opciones, Forwards, Futuros, Swaps

1.2.1. Opciones

Las opciones son contratos que otorgan al inversionista tanto el derecho de comprar como el derecho de vender (*tipo de opción call y put respectivamente*) y que obliga a su vendedor ya sea comprar o vender algún (*call y put respectivamente*) subyacente a un determinado precio y a una fecha establecida a cambio del pago del comprador o el cobro por cuenta del vendedor una prima. Estos instrumentos son examinados a detalle en el capítulo 2.

1.2.2. Forwards

En este instrumento, el comprador asume una posición¹ larga y el vendedor la corta, es decir, el comprador está obligado a comprar el bien y el vendedor se obliga a entregarlo a cambio del precio previamente pactado, son instrumentos que se negocian en mercados no regulados OTC².

1.2.3. Futuros

Son contratos en los cuales una de las partes se compromete a comprar a otra parte que vende a una fecha futura un nivel determinado del subyacente sobre el cual se esta realizando el contrato. Estos contratos tienen una cámara de compensación³ y se cotizan en el mercado de derivados, MexDer⁴ los futuros y los forwards son el mismo instrumento, la diferencia radica en que el *Futuro* se encuentra bajo el mercado estandarizado⁵ como lo es el MexDer el cual además de tener la cámara de compensación, tiene contratos que son estándares, no así el *Forward*.

1.2.4. Swaps

Un contrato swap es también conocido como «Permuta Financiera», es un acuerdo mediante el cual dos partes deciden intercambiar flujos de efectivo durante un periodo determinado a plazos preestablecidos, los cuales también se pueden ver como una sucesión de forwards.

¹ver cuadro 2.1.

²Over The Counter, mercados que no estan regulados, es un mercado donde se realizan contratos a la medida.

³Asigna, <http://www.asigna.com.mx>

⁴<http://www.mexder.com.mx/wb3/wb/MEX>

⁵Un mercado estandarizado hace referencia a los contratos, un contrato estandarizado, el cual indica que es un instrumento en el que sus términos se encuentran normalizados, fijados de antemano por el propio mercado donde se negocian, excepto el precio del mismo que viene determinado por el mercado.

1.3. Opciones Exóticas: Power Options, Binary Options, Quanto Options

Debido a la versatilidad que tienen las opciones, existen muchos tipos y variedades de opciones. Aquellas opciones que no son Plain Vanilla son consideradas como opciones exóticas, las cuales tienen variaciones en el perfil de pago.⁶

1.3.1. Power Options

Este tipo de opciones tienen un pago no lineal al vencimiento, el payoff de un call power option está dado por la expresión $Max(S^i - K, 0)$ el payoff de un put power option es $Max(K - S^i, 0)$

1.3.2. Binary Options

Las opciones de este tipo se ofrecen contra un tiempo de vencimiento fijo, que puede ser por ejemplo, 60 segundos y un máximo de 30 minutos, una hora antes o al cierre de la jornada bursátil. Por ejemplo, se hace la compra de una opción del Banco Santander cuando cotiza en 6 euros, si en el futuro a la fecha de su vencimiento la acción cotiza por encima del precio que compramos el activo se recibirá el beneficio ofrecido, si las acciones cotizan por debajo de los 6 euros, no se recibe nada⁷.

La característica más prominente de las opciones binarias es que se recibe un pago fijo como beneficio en caso de que el mercado financiero esté por encima o por debajo del nivel inicial de ejercicio en el momento de vencimiento de la opción. A diferencia de las opciones estándares, la rentabilidad de la opción está basada solamente en la fluctuación del instrumento financiero, por lo que se conoce también como opciones de “*todo o nada*”.

Ejemplo de estas opciones son “*Cash Or Nothing*”, “*Knock Out / Knock In*”.

1.3.3. Quanto Options

Este tipo de opciones (particularmente son opciones que cubren posiciones sobre una divisa) tienen como subyacente alguna divisa y el payoff de este instrumento se realiza en otra divisa. Por ejemplo, tener una posición larga de un call quanto da el derecho de comprar un subyacente extranjero (USD) y convertir su payoff en una divisa local (MXN) a cierto tipo de cambio determinado.⁸

1.4. Derivados de Crédito

Los derivados de crédito son contratos en los que el beneficio depende de la solvencia de una o más entidades comerciales o soberanas. Los derivados de crédito permiten a las empresas negociar riesgos

⁶<http://www.investopedia.com/university/options/option3.asp>

⁷https://es.wikipedia.org/wiki/Opción_binaria

⁸<http://www.investment-and-finance.net/derivatives/q/quanto-option.html>

de crédito de manera muy parecida a como negocian riesgos de mercado. Desde la década de 1990 los bancos han sido los mayores compradores de protección de crédito y las empresas de seguros han sido los mayores vendedores.⁹

1.4.1. Credit Default Swaps (CDS)

El Credit Default Swap, es un contrato que proporciona seguro contra el riesgo de incumplimiento de parte de una empresa específica. La empresa se conoce como *reference entity* o *entidad de referencia* y un incumplimiento de parte de la empresa se denomina *credit event* o *evento de crédito*. El comprador del seguro obtiene el derecho a vender los bonos emitidos por la empresa a su valor nominal, y el vendedor del seguro acuerda comprarlos a su valor nominal si ocurre un evento de crédito.

1.5. Notas Estructuradas

Las notas estructuradas son instrumentos financieros, cuya inversión en ellos resulta atractivo a los inversionistas debido a que pueden ofrecer el capital que se invierte asegurado (*capital garantizado*)¹⁰, este tipo de instrumentos son híbridos al combinar un componente de deuda con derivados. Es importante señalar que la mayoría de estos instrumentos son pactados OTC¹¹. aunque también existen en el mercado regulado a través de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV)¹² quienes son los intermediarios para que se emitan estos instrumentos, los cuales son nombrados como “Bonos Estructurados” las características de estas emisiones se encuentran en la página de BMV, por ejemplo el instrumento SCOTIAB13 contiene el prospecto (ver nota al pie de página)¹³ el cual es publicado a través de la página de BMV. Al ser instrumento híbrido, la gama de combinaciones para ofrecer es amplia, de hecho cada institución tiene algún departamento dedicado a realizar estos productos, usualmente llamado “Estructura” en el cual se planea, investiga y desarrolla cada una de estos productos.

Al ser instrumentos que contienen derivados, estos pueden tener como subyacente: acciones, índices, ETF's¹⁴, tipos de cambio, etc. tanto en el mercado local como en el extranjero.

1.5.1. Notas Estructurada OTC

Valmer¹⁵ es una empresa que forma parte del Grupo BMV, una de sus áreas de negocio es el ser uno de los dos *proveedores de precios* en México, el cual se encarga de la valuación de posiciones de

⁹Hull, introducción a los mercados de futuros y opciones 6ta edición, pg. 462.

¹⁰Dependiendo de la estructura que se tenga en la nota.

¹¹“Over The Counter”.

¹²<http://www.bmv.com.mx/>

¹³<http://www.bmv.com.mx/docs-pub/prospect/SCOTIAB-prosp23-25072013-111705-1.pdf>

¹⁴ETF, de las siglas «Exchange Trade Fund», también conocido como TRAC, el cual es «Títulos Referenciados a Acciones».

¹⁵<http://www.valmer.com.mx/es/>

instrumentos financieros de distintas instituciones bursátiles, el otro se llama PiP¹⁶.

De acuerdo a una base de datos que el proveedor de precios Valmer vende, al cierre de agosto 2019, podemos obtener las siguientes conclusiones:

- Valmer evaluó 876 Notas Estructuradas, cuya fechas de emisiones se encuentran entre el 2 de Octubre del 2007 en adelante.
- Existen 68 estructuras que evaluaron, de las cuales el 67% esta concentrado en 10 estructuras. En el apéndice A se encuentran descritas el total de las estructuras.

La siguiente gráfica muestra los 10 tipos de notas que más se evaluán, como se puede observar el tipo de nota “ACCRUAL RANGE NOTE” es el que encabeza la lista, siendo la segunda que más se cotiza el “USD ACCRUAL RANGE NOTE”, la distribución de estas notas acumula el 67%, es decir 589 de las 876 notas estructuradas.

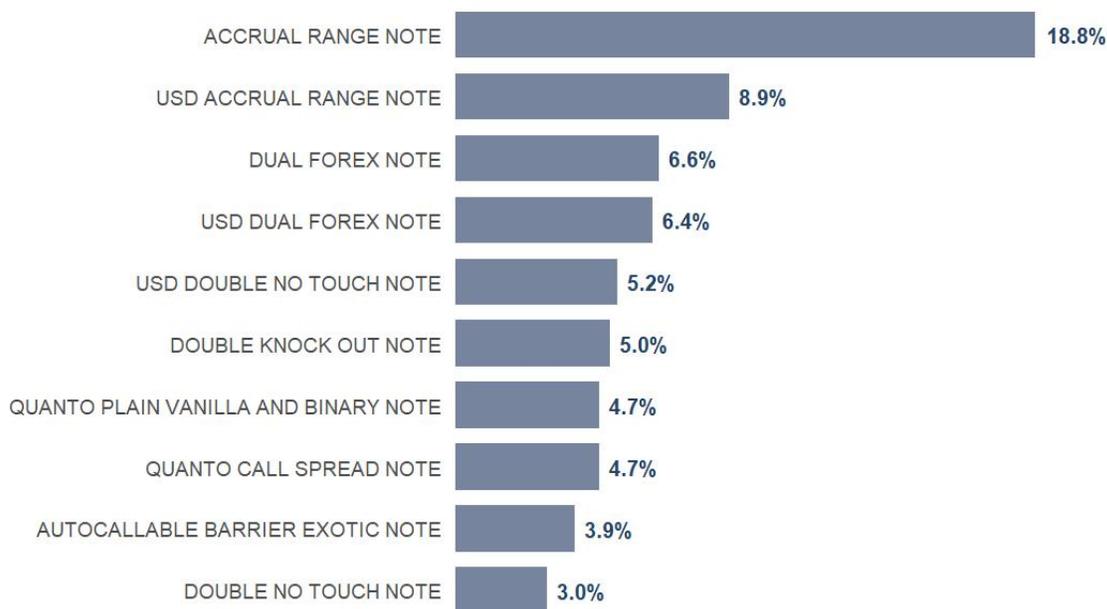


Figura 1.5.1: Porcentaje de Estructuras
Fuente: Base de datos VALMER

- La gráfica 1.5.2 muestra que son siete los agentes que estructuran los 10 tipos de notas que más cotizan, siendo el primero de ellos BBVA y en segundo lugar MONEX.

¹⁶<https://www.piplatam.com/>

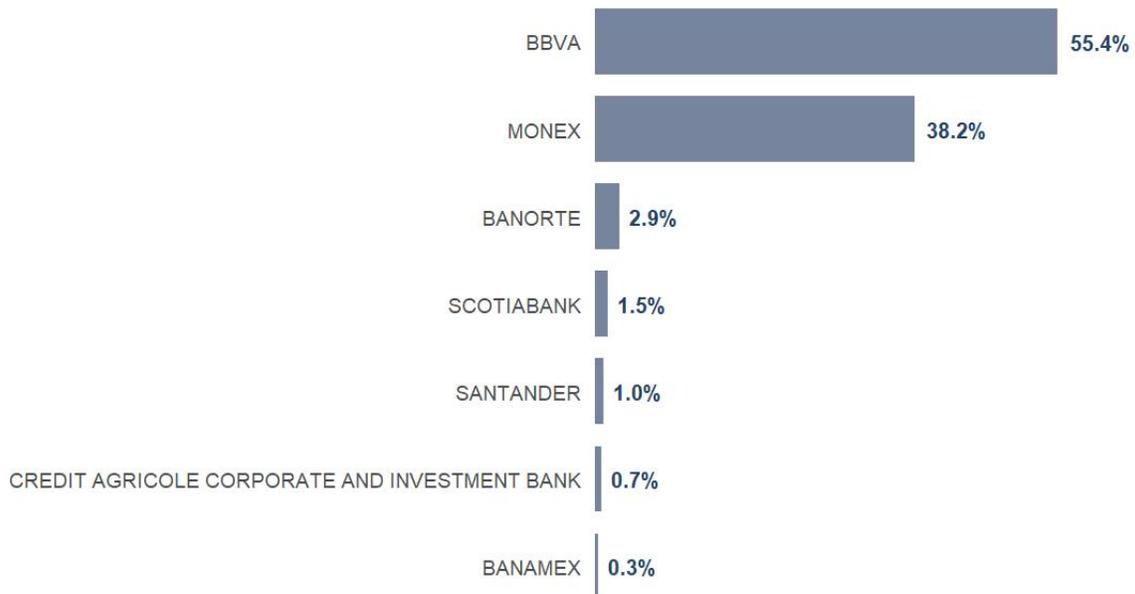


Figura 1.5.2: Agentes Colocadores
Fuente: Base de datos VALMER

- Existen 94 subyacentes sobre los cuales se realizan las Notas Estructuradas y 5 tipos de subyacentes referenciados a estos tipos de instrumentos, distribuidas de la siguiente manera: Tipo de cambio tenía el 51.6% mientras que las tasas mantenían el 20.1% de participación, el 0.5% es el Bono, la siguiente gráfica muestra la distribución por tipo de subyacente:

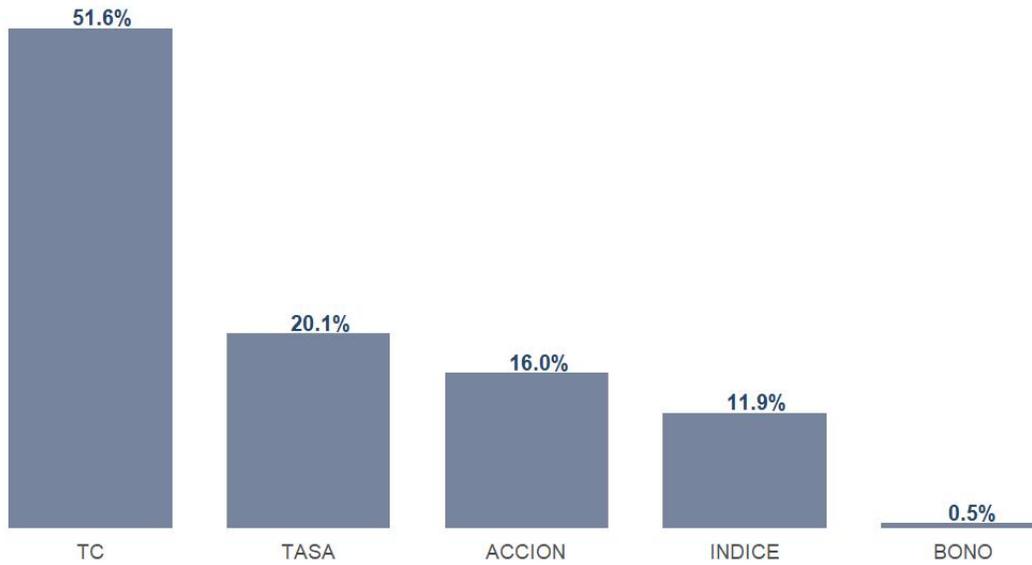


Figura 1.5.3: Distribución por Tipo de Subyacente
Fuente: Base de datos VALMER

- Las Notas Estructuradas sobre las cuales se diseñan más notas de este tipo tienen como subyacente el Tipo de Cambio, las cuales se pueden observar en la siguiente gráfica, el subyacente sobre el cual se realizan las notas estructuradas es el tipo de cambio USD/MXN, estas notas se distribuyen de la siguiente manera, siendo “ACCRUAL RANGE NOTE” la nota sobre la cual realizan más notas con un equivalente de 154 notas, las cuales acumulan el 34%.

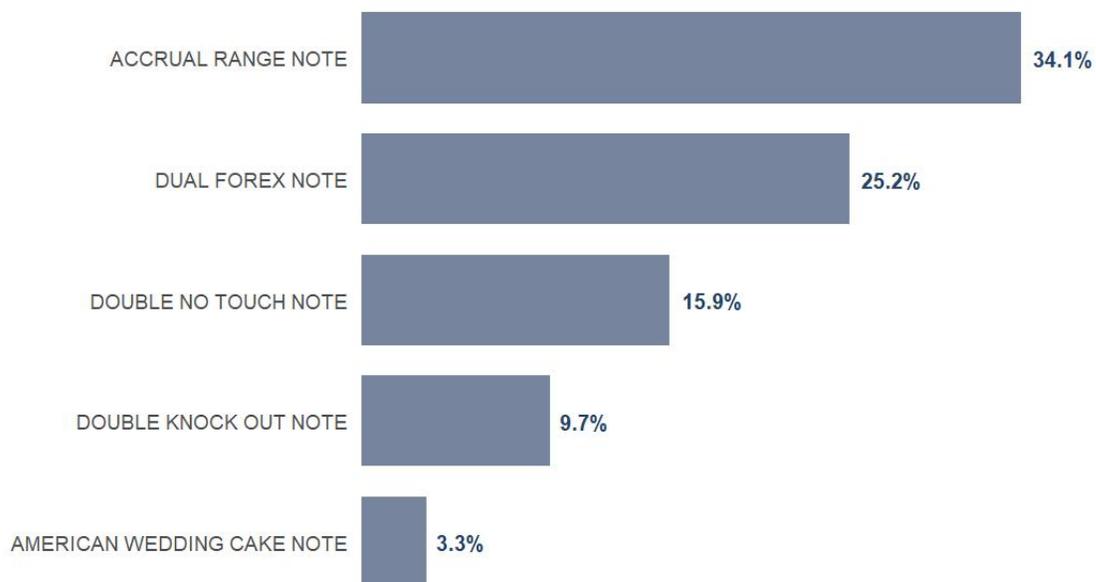


Figura 1.5.4: Top 5 distribución de notas con subyacente tipo de cambio USD /MXN
Fuente: Base de datos VALMER

- El segundo tipo de subyacente sobre el cual se realizan más Notas Estructuradas son los índices, el top 5 de las estructuras que se realizan con este subyacente son las siguientes:

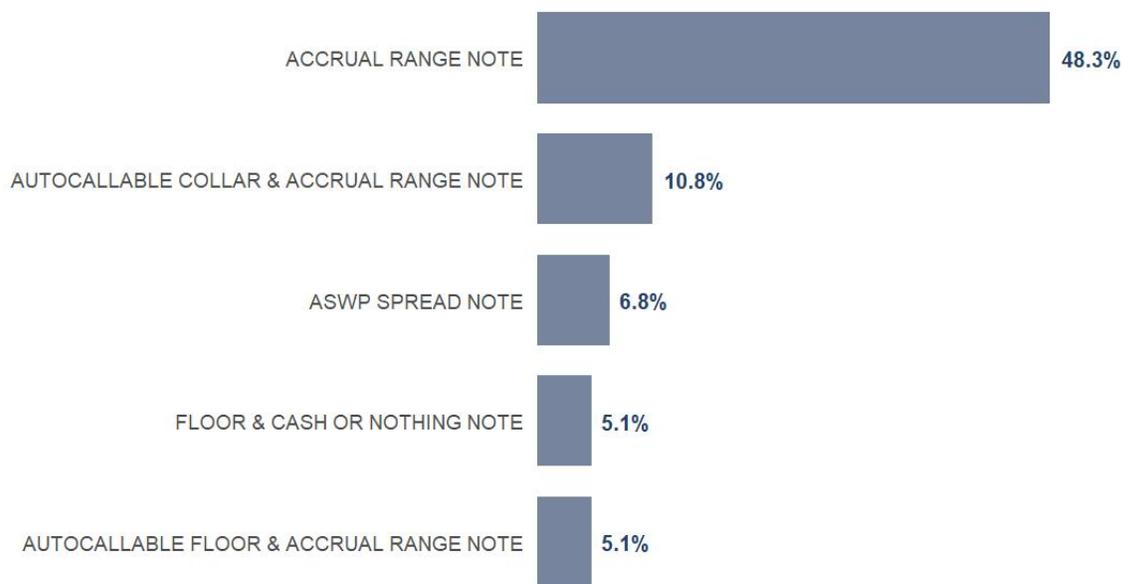


Figura 1.5.5: Top 5 distribución de notas con tipo de subyacente Tasa
Fuente: Base de datos VALMER

- El tercer tipo de subyacente sobre el cual se realizan más Notas Estructuradas son las acciones que como podemos observar en la siguiente gráfica la estructuras se distribuyen de la siguiente manera:

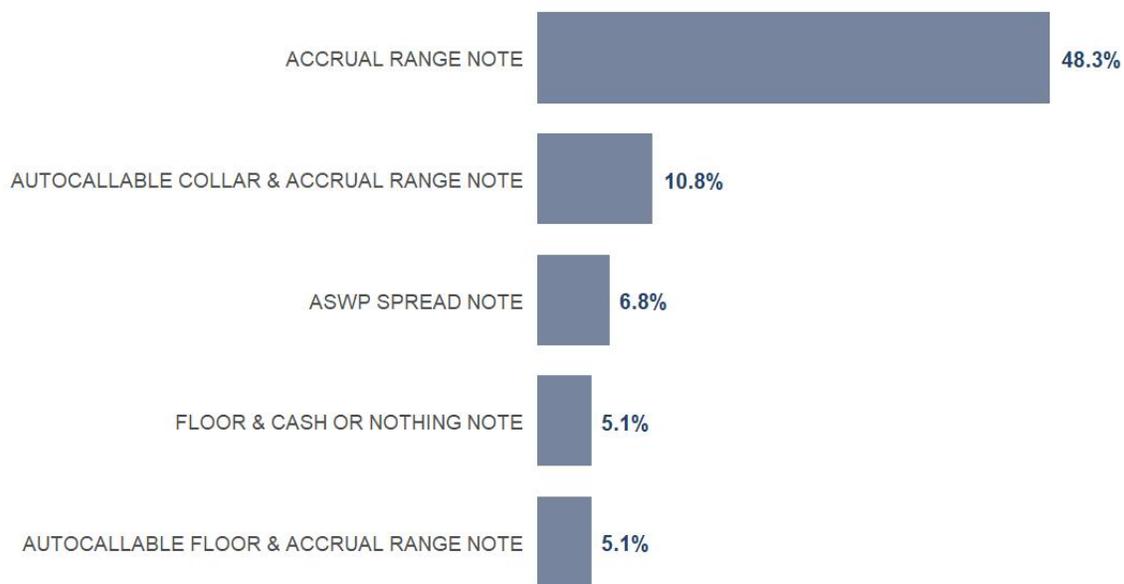


Figura 1.5.6: Top 5 distribución de notas con tipo de subyacente acciones
Fuente: Base de datos VALMER

- El cuarto tipo de subyacente sobre el cual se realizan más Notas Estructuradas son los Índices, la distribución de las estructuras se puede observar en la siguiente gráfica.

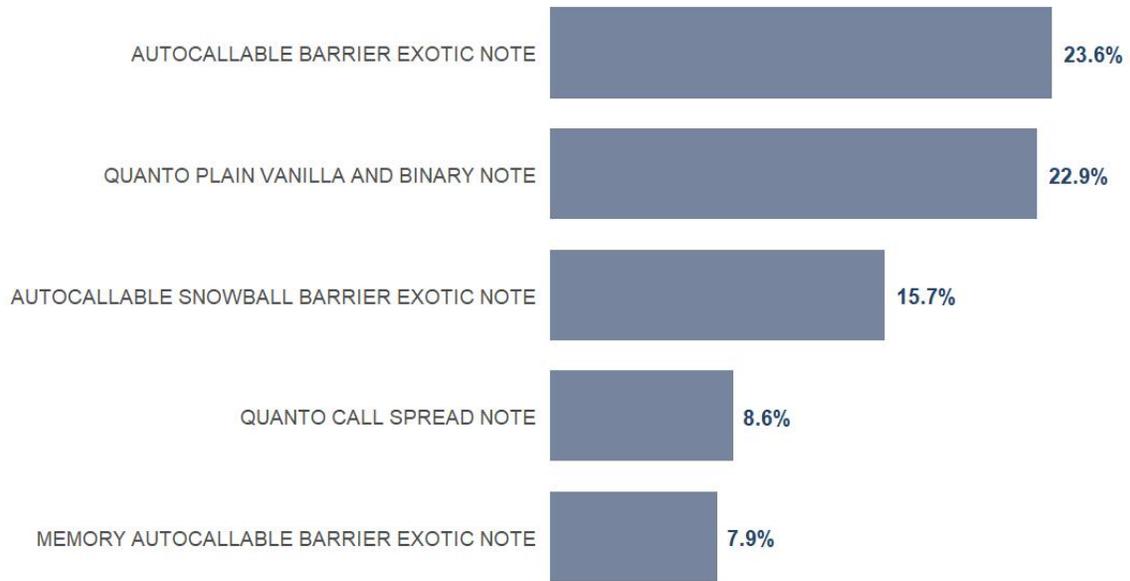


Figura 1.5.7: Distribución porcentual de notas estructuradas por Índice
Fuente: Base de datos VALMER

Capítulo 2

Metodologías de evaluación de notas estructuradas y diversos modelos

En este capítulo se estarán presentando los modelos para el cálculo tanto de las opciones como de las opciones como de las Notas Estructuradas, que van desde el valorar las opciones call y put, así como las estrategias que se pueden hacer con la versatilidad propia de las opciones, creando estrategias como el “Bull Call Spread”, “Bear Put Spread”, “Long Butterfly” y “Short Butterfly”.

2.1. Model Black & Scholes

2.1.1. Supuestos

Los supuestos realizados por Black & Scholes para realizar su modelo fueron los siguientes:

- El precio de un activo sigue un proceso de Wiener log-normal:

$$\frac{dS_t}{S_t} = \mu dt + \sigma dW_t$$

donde dS_t es la variación de S_t en el instante S_t , μ la esperanza matemática del rendimiento instantáneo del subyacente, σ su desviación estándar y dW_t un proceso Wiener, recordando que un proceso estocástico $B = (B_t, t \in [0, \infty))$ se denomina “Proceso de Wiener” si cumplen las siguientes condiciones:

- Comienza en cero: $B_0 = 0$
- Tiene incrementos estacionarios e independientes
- Tiene trayectorias muestrales continuas: “ningún salto”
- Para todo $t > 0$, B_t tiene una distribución Normal $N(0, t)$

- La tasa de interés libre de riesgo r y la volatilidad σ del activo se suponen constantes durante el tiempo que dura la opción.
- Las transacciones tienen lugar de forma continua y existe plena capacidad para realizar compras y ventas en descubierto (a crédito) sin restricciones ni costos especiales.
- Las opciones son europeas y el subyacente no paga dividendos en el horizonte de valoración.

2.1.2. Modelo Black - Scholes - Merton

El modelo Black-Scholes-Merton brinda los elementos necesarios para poder valorar el precio de una opción financiera, los cuales se ajustan de acuerdo al tipo de subyacente que se esté valuando. El modelo para el cálculo de las opciones call y put considera las siguientes expresiones:

$$C_k = S e^{(b-r)T} N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2) \quad (2.1.1)$$

$$P_k = K e^{-rT} N(-d_2) - S e^{(b-r)T} N(-d_1) \quad (2.1.2)$$

dónde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(b + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)\right)T}{\sigma\sqrt{T}}; d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (2.1.3)$$

Las variables que intervienen son las siguientes:

S = Precio del activo subyacente, también conocido como Spot

K = Precio de ejercicio

$r = \ln(1 + i)$ Tasa de interés en tiempo continuo

T = Plazo de ejercicio en años

σ = Volatilidad del precio del subyacente

e = Base de los logaritmos Neperianos

En d_1 bajo las siguientes condiciones se dan los siguientes modelos:

- $b = r$; se obtiene el modelo “Black & Scholes (1973)”
- $r = q$; se obtiene el modelo “Merton (1973)” para opciones de acciones con la tasa yield continua.
- $b = 0$; se obtiene “Black (1976)” para futuros.
- $b = 0; r = 0$; se obtiene el modelo “Asay (1982)” para futuros.
- $b = r - r_f$; se obtiene el modelo “Garman and Kohlagen (1983)” para opciones sobre divisas.

2.2. Tipos de Opciones

Las opciones se pueden clasificar de la siguiente manera debido a su naturaleza como lo es el derecho que otorga, por el tiempo de ejercicio, por las posiciones así como por el valor intrínseco.

2.2.1. Clasificadas por el Derecho que otorga

- Una opción de compra (*call option*) da a su propietario el derecho a comprar un activo en una fecha determinada por un cierto precio.
- Una opción de venta (*put option*) da al propietario el derecho a vender un activo en una fecha dada a un precio determinado.¹

2.2.2. Clasificadas por el Tiempo de Ejercicio

- Americanas: son opciones que pueden ser ejercidas en cualquier momento hasta su fecha de vencimiento.
- Europeas: son opciones que solo pueden ser ejercidas en la fecha de vencimiento.

2.2.3. Posiciones

La posición de una opción es la estrategia que se tiene ya sea al comprar o vender la opción, por su naturaleza se pueden tener las siguientes posiciones:

Cuadro 2.1: Posiciones en las opciones

TENEDOR	VENDEDOR
Posición <i>larga</i> en un call	Posición <i>corta</i> en un call
Posición <i>larga</i> en un put	Posición <i>corta</i> en un put

2.2.4. Valor Intrínseco

El valor intrínseco para un call, es la diferencia entre el spot (nivel del activo subyacente) y el strike (nivel al cual fue pactado). Para un put, el valor intrínseco es la diferencia entre el strike (nivel al cual fue pactado) y el spot (nivel del activo subyacente). En caso de que la diferencia sea negativa, el valor intrínseco es cero.²

¹John C. Hull. (2002). Introducción a los mercados de futuros y opciones. Madrid: PRENTICE HALL.

²<http://www.investopedia.com/terms/i/intrinsicvalue.asp>

Dado la naturaleza del valor intrínseco y la relación $\text{strike}^3/\text{spot}^4$, se puede definir que una opción puede estar «dentro del dinero», «en el dinero» y «fuera del dinero» («in the money», «at the money», «out the money»)

Cuadro 2.2: «ITM, ATM, OTM»

S/K	Call	Put
$S < K$	Out The Money	In The Money
$S = K$	At The Money	In The Money
$S > K$	In The Money	Out The Money

De otra forma el Valor Intrínseco para el call y put son los siguientes:

$$Call = Max(S - K, 0)$$

$$Put = Max(K - S, 0)$$

³ $K = Strike$, nivel al cual fue pactado.

⁴ $S = Spot$, nivel actual del subyacente.

Las siguiente figura 2.2.1 ilustran lo expuesto en el cuadro 2.2 para un call en una posición larga, que como se puede observar estar «out the money» es encontrarse en una situación de pérdida en la posición mientras que «at the money» se está en las mismas condiciones e «in the money» se obtiene ganancias

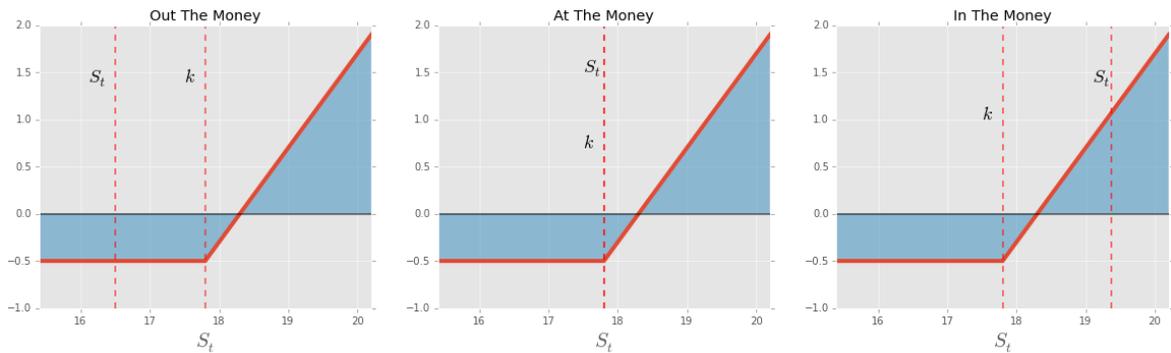


Figura 2.2.1: Valor Intrínseco para un call en una posición larga
Fuente: Elaboración propia

De manera análoga la figura 2.2.2 enseña el valor intrínseco para un put en una posición larga, la circunstancia sobre estar «out the money», «at the money» e «in the money» es la misma en cuanto a la pérdida, ganancia e igualdad de ganancias..

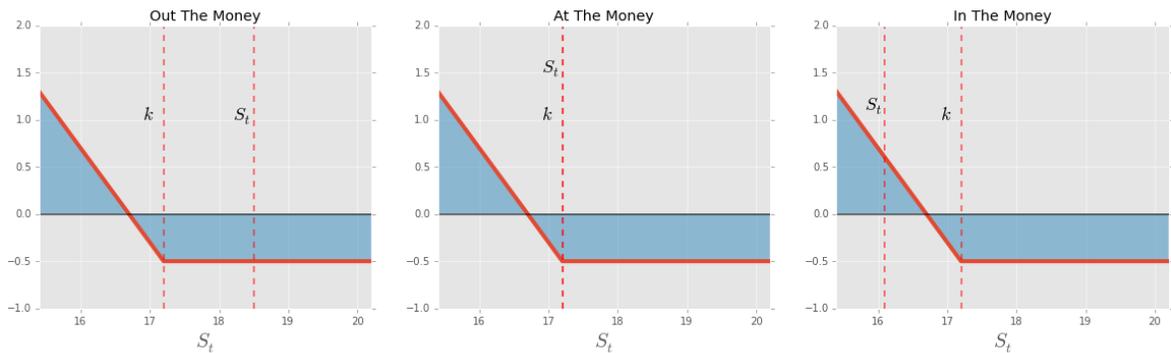


Figura 2.2.2: Valor Intrínseco para un put en una posición larga
Fuente: Elaboración propia

2.2.5. Paridad Put - Call

La paridad put - call describe la relación entre el precio de una opción tipo call europea y el precio de una opción tipo put europea, cuando ambas tienen el mismo precio de ejercicio y misma fecha de vencimiento.

$$C + Ke^{-rt} = P + S$$

La ecuación anterior muestra que el precio de una opción tipo call europea, puede obtenerse a partir del precio de una opción tipo put europea con el mismo precio de ejercicio y misma fecha de vencimiento.

2.2.6. Perfil de pago (*payoff*)

El perfil de pago esta dado por el Valor Intrínseco de la opción, creando escenarios sobre este último. Lo que se mostró en el Cuadro 2.2 es para una *posición larga* sin embargo también existe para la *posición corta* los cuales son:

$$Call = -Max(S - K, 0)$$

$$Put = -Max(K - S, 0)$$

A continuación se presenta el payoff de las opciones para el tipo de cambio del peso contra el dólar, en este caso nuestro *subyacente* es el TC FIX, el cual es el tipo de cambio que publica banxico⁵ para obligaciones pagaderas en 48 horas, dependiendo la posición en la que alguien tenga la opción es cómo paga, para crear estos escenarios se consideró un strike $K = 17.80$ y un spot $S = 19.37$.

En la ilustración 2.2.3se muestrá el pérfil de pago para un call largo, la cual se encuentra «in the money» con los insumos del strike y el spot dados.

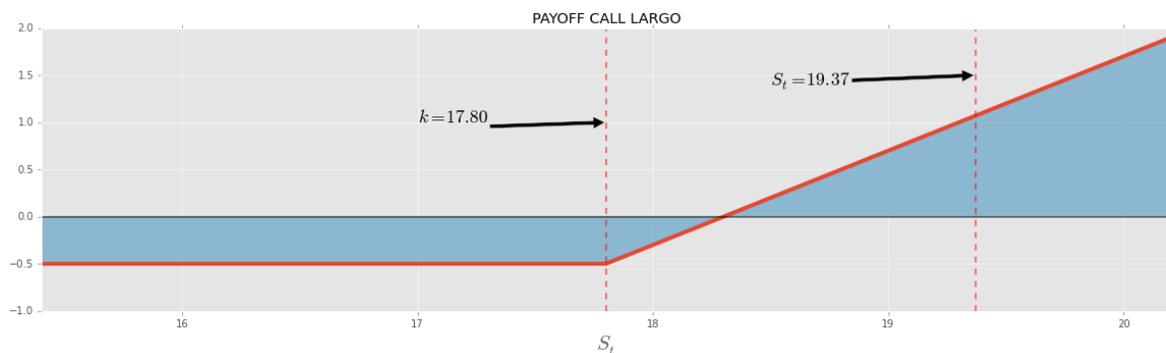


Figura 2.2.3: Payoff Call Largo
Fuente: Eleboracion propia

En esta gráfica se muestra el pérfil de pago de un call corto en donde se observa que para este caso con el strike y spot dados, la opción se encuentra «out the money».

⁵<http://www.banxico.org.mx/>

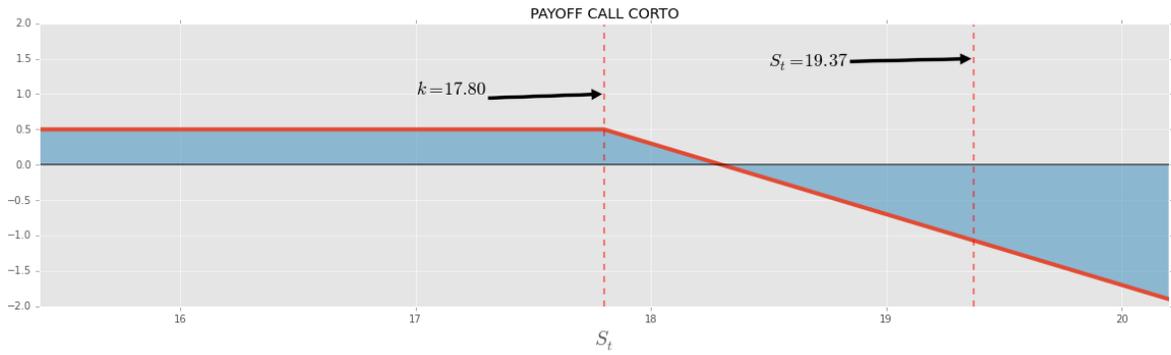


Figura 2.2.4: Payoff Call Corto
Fuente: Elaboración propia

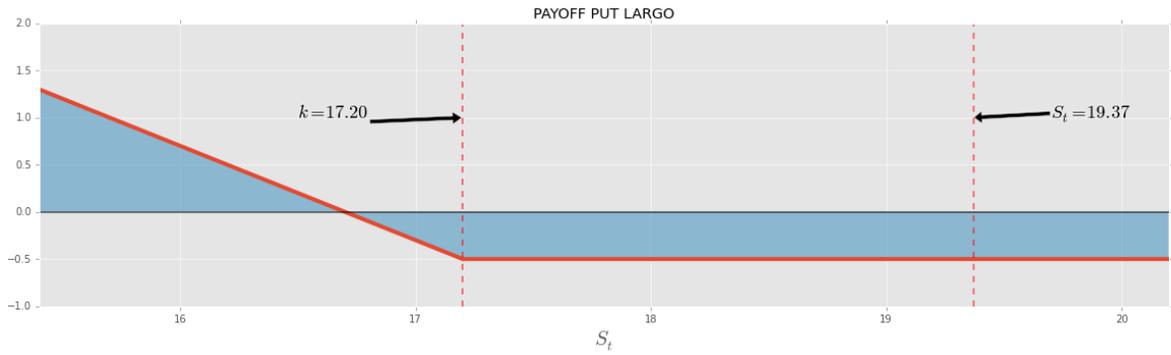


Figura 2.2.5: Payoff Put Largo
Fuente: Elaboración propia

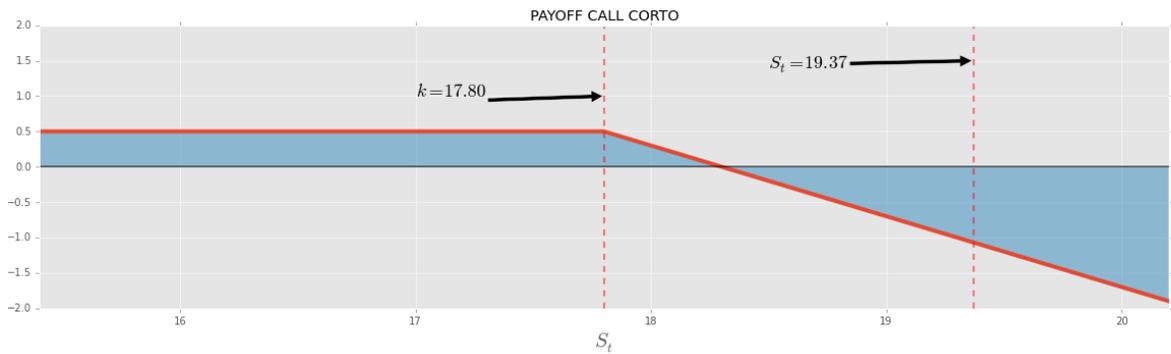


Figura 2.2.6: Payoff Put Corto
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 2.2.3 el *tenedor* de una opción call gana siempre que se

encuentre “*In the Money*” y esto sucede de acuerdo al cuadro 2.2 cuando $S > K$ mientras que el *vendedor* tiene una pérdida, la manera en la que el *vendedor* puede tener una ganancia y esta se encuentra sujeta al pago de la prima por parte del *tenedor* es cuando la opción se encuentre “*Out the Money*” es decir cuando $S < K$, de manera análoga se pueden realizar los ejercicios para las posiciones en la cual se encuentra al comprar una opción.

2.3. Estrategias con Opciones

Como lo mencionamos en la introducción parte de la versatilidad de las opciones es el poder realizar estrategias mediante la especulación de cualquier subyacente, ya sea para cualquier dirección del mercado (alza y baja) así como también en términos del performance con su respectivo riesgo que el inversor este dispuesto a asumir.

En las siguientes estrategias estaremos analizando tanto la dirección del mercado, la volatilidad, la potencial pérdida o ganancia así como los componentes de la estrategia.

2.3.1. BULL CALL SPREAD

Esta estrategia permite al inversionista usar la combinación de dos opciones; una larga en un call y otra corta para un call para el mercado que tiene una tendencia a la alza para determinado subyacente. En este caso el inversionista limita su ganancia a la alza a través de la compra de una opción y la venta de otra opción con miras a reducir el costo de la operación⁶ El inversionista se puede beneficiar de la estrategia cuando sucede lo siguiente:

- PERSPECTIVA DEL MERCADO: A la alza
- VOLATILIDAD: Neutral
- GANANCIA POTENCIAL: Limitada
- PÉRDIDA POTENCIAL: Limitada
- COMPONENTES: Son necesarios dos calls a dos strikes distintos, call largo en un strike menor de un call corto a un strike por arriba. Las opciones deben de tener la misma fecha de vencimiento.

En la ilustración 2.3.1 se muestra la estrategia del «bull call spread» con los componentes mencionados

⁶Operación que realiza la ejecución tanto de la compra como la venta.

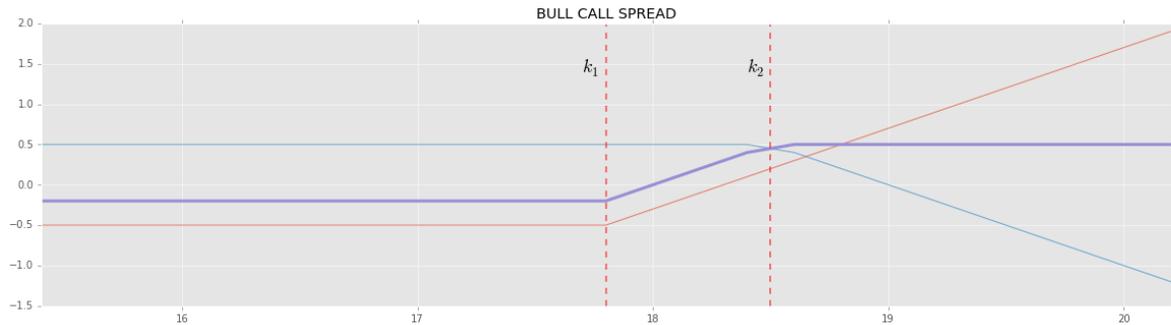


Figura 2.3.1: BULL CALL SPREAD
Fuente: Elaboración propia

2.3.2. BEAR PUT SPREAD

Esta estrategia permite al inversionista usar la combinación de dos opciones; una larga en un put y una corta en otro put para tomar una posición a la baja para determinado subyacente. En este caso el inversionista limita su ganancia a través de la compra y venta de dos Puts. El inversionista se puede beneficiar de la estrategia cuando sucede lo siguiente:

- PERSPECTIVA DEL MERCADO: A la baja
- VOLATILIDAD: Neutral
- GANANCIA POTENCIAL: Limitada
- PÉRDIDA POTENCIAL: Limitada
- COMPONENTES: Son necesarios dos puts a dos distintos strikes, put largo en un strike mayor de un put corto con el strike de este último menor. Las opciones deben de tener la misma fecha de vencimiento.
La ilustración 2.3.2 muestra la estrategia del «bear put spread» con los componentes mencionados.

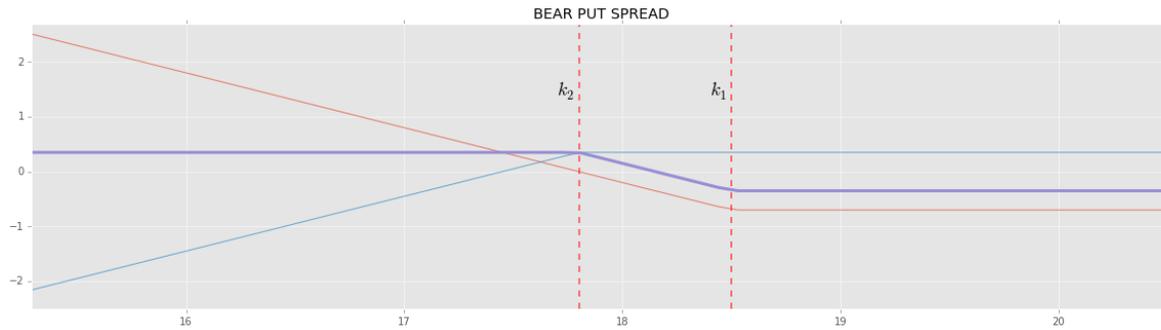


Figura 2.3.2: BEAR PUT SPREAD
Fuente: Elaboración propia

2.3.3. LONG BUTTERFLY

Esta estrategia requiere de precisión por parte del inversionista en relación al precio del subyacente sobre el cual se está realizando la operación. La operación funciona bien si el inversionista es capaz de determinar el precio de los strikes cuando las opciones tienen su vencimiento. El inversionista se beneficiaría bajo las siguientes circunstancias:

- PERSPECTIVA DEL MERCADO: Neutral
- VOLATILIDAD: A la baja
- GANANCIA POTENCIAL: Limitada
- PÉRDIDA POTENCIAL: Limitada
- COMPONENTES: Son necesarios cuatro calls con tres distintos strikes, un call largo a un strike por debajo de dos calls cortos en un mismo strike a la misma distancia del primer strike que de un tercer strike de un call largo. (Pueden usarse opciones put). Las opciones deben de tener la misma fecha de vencimiento.
La ilustración 2.3.3 muestra la estrategia conocida como «long butterfly» con los componentes mencionados.

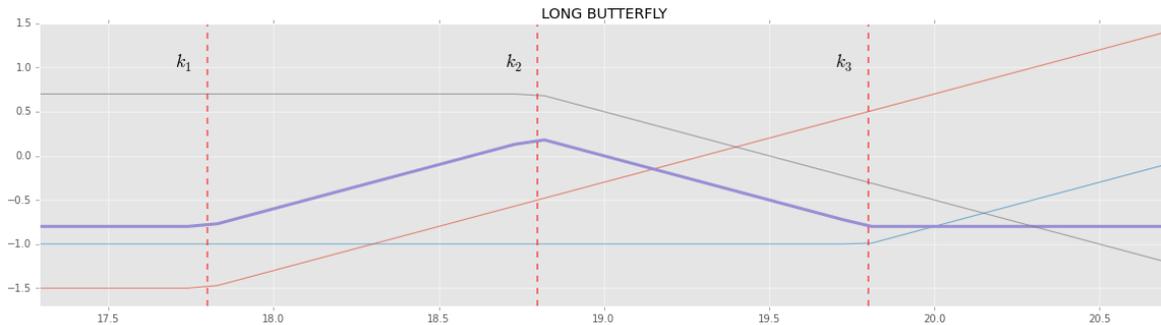


Figura 2.3.3: LONG BUTTERFLY
Fuente: Elaboración propia

2.3.4. SHORT BUTTERFLY

Esta estrategia funciona cuando existe un aumento en la volatilidad del subyacente antes del vencimiento de las opciones. La operación necesita que el precio del subyacente oscile entre el strike central de la estrategia. El inversionista se beneficia bajo las siguientes circunstancias:

- PERSPECTIVA DEL MERCADO: A la alza / A la baja
- VOLATILIDAD: En aumento
- GANANCIA POTENCIAL: Limitada
- PÉRDIDA POTENCIAL: Limitada
- COMPONENTES: Son necesarios cuatro calls con tres strikes distintos, un call corto a un strike por debajo de dos call largos a un mismo strike cuya distancia del primer strike sea igual a la de un tercer strike para un call corto. (Pueden ser usados opciones put). Las opciones deben de tener la misma fecha de vencimiento.

La ilustración 2.3.4 señala la estrategia «short butterfly» con los componentes mencionados.

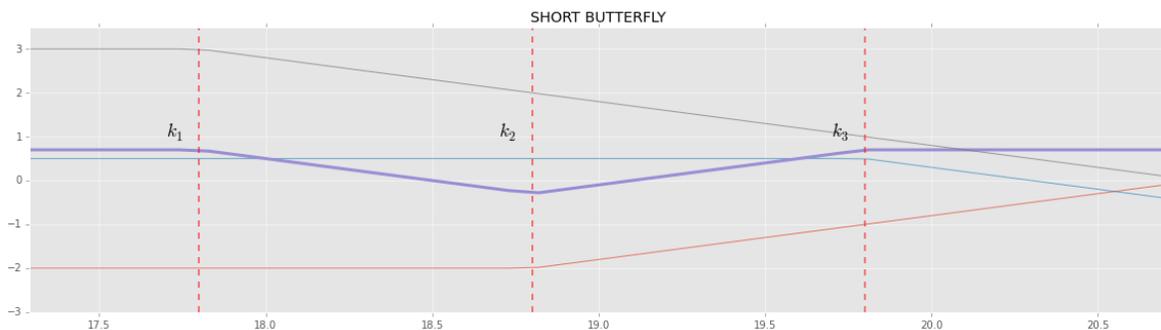


Figura 2.3.4: SHORT BUTTERFLY
Fuente: Elaboración propia

2.4. Bono Cupón Cero

Los bonos son instrumentos de renta fija, cuyo perfil de pago esta asociado a una tasa pactada en el cual al final del periodo se realiza el pago de ese flujo por el monto emitido. Los bonos cupón cero son instrumentos que pagan al tenedor un monto denominado valor nominal al término del plazo del bono. No se pagan cupones durante la vida del bono. Estos bonos se cotizan y operan a descuento⁷. El precio se determina como el valor presente del valor nominal.

$$P_{ZCB} = \frac{VN}{1 + r_n \left(\frac{n}{360}\right)} \quad (2.4.1)$$

dónde:

P_{ZCB} =Precio teórico del bono.

VN =Valor nominal del bono.

n =Número de días por vencer de la nota estructurada.

r_n =Tasa de rendimiento asociada al numero de días por vencer.

⁷BMV EDUCACION, TITULOS DE DEUDA 1 Y 2, pg. 17

Capítulo 3

Valuación

En este capítulo se estará valuando una nota estructurada de la categoría «DUAL FOREX NOTE», e verán sus características, perfil de pago, replica con los instrumentos que la reproduce y finalmente su valuación. La fecha de valuación a la cual la haremos será del día 17 de marzo de 2017.

3.1. DUAL FOREX NOTE

3.1.1. CARACTERÍSTICAS

Esta nota tiene las siguientes características:

- Capital Garantizado = 0.00 %
- Plazo: 21 días
- Fecha de Depósito: martes, 7 de marzo 2017
- Fecha de Liquidación: martes, 28 de marzo 2017
- Valor Nominal: MXN \$100.00
- Strike = 19.1940
- Subyacente: Tipo de Cambio “FIX” que es publicado en el Diario Oficial de la Federación en la Fecha de Liquidación.
- Tasa Premio = 13.00 %
- Pago al Vencimiento: La nota pagará de acuerdo a las siguientes posibilidades
 - I. Si $S_t < k$ entonces la nota pagara en **USD** la cantidad que resulte de aplicar la siguiente fórmula: Monto Final en Dólares = Monto Inicial en pesos x $(1 + (Tasa Premio/360 \times Plazo))/Strike$

- II. Si $S_t \geq k$ entonces la nota pagara en **PESOS** la cantidad que resulte de aplicar la siguiente fórmula: Monto Final en Pesos = Monto Inical en pesos x $(1 + (\text{Tasa Premio}/360 \times \text{Plazo}))$

3.1.2. PAGO AL VENCIMIENTO

La siguiente tabla muestra el Spot del subyacente y el pago de la nota de acuerdo a los distintos escenarios:

Cuadro 3.1: Pago al Vencimiento de la nota

SPOT	ESCENARIO I	ESCENARIO II	PAGO
18.2	95.540360	0.000000	95.540360
18.3	96.065307	0.000000	96.065307
18.4	96.590254	0.000000	96.590254
18.5	97.115201	0.000000	97.115201
18.6	97.640148	0.000000	97.640148
18.7	98.165095	0.000000	98.165095
18.8	98.690042	0.000000	98.690042
18.9	99.214989	0.000000	99.214989
19	99.739936	0.000000	99.739936
19.1	100.264883	0.000000	100.264883
19.2	0.000000	100.758333	100.758333
19.3	0.000000	100.758333	100.758333
19.4	0.000000	100.758333	100.758333
19.5	0.000000	100.758333	100.758333
19.6	0.000000	100.758333	100.758333
19.7	0.000000	100.758333	100.758333
19.8	0.000000	100.758333	100.758333
19.9	0.000000	100.758333	100.758333

Fuente: Elaboración propia

El “ESCENARIO I” es el resultado de los dólares multiplicado por el Spot, en realidad cuando sucede que $S_t < k$ la nota paga **USD** \$5.249470 los cuales son convertidos en **MXN** de acuerdo al Spot. La figura 3.1.1 ayuda a examinar el perfil de pago para la nota, de donde se puede observar que el

inversionista en esta nota gana siempre y cuando $S_t \geq k$ cuyo pago al final bajo este escenario sería de MXN \$100.758333

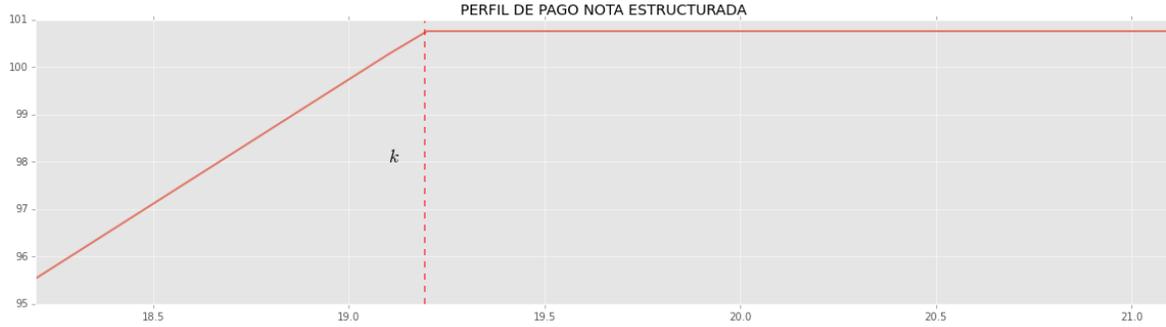


Figura 3.1.1: DUAL FOREX NOTE
Fuente: Elaboración propia

3.1.3. RÉPLICA

La réplica es el modelo que se ajusta al perfil de pago de la nota estructurada, es en este proceso donde el analista responsable de crear el modelo se encarga de recrear la nota a través de los instrumentos que están disponibles para su ajuste y realizar la estrategia robusta que sigue la nota.

Para el caso de esta nota, la replica puede hacerse con los siguientes instrumentos:

- Deuda: un bono cupón cero con la tasa premio que la nota paga.
- Derivado: un put corto con el k de la nota multiplicado por el bono cupón cero dividido entre el k .

Es decir, el elemento de deuda sería el siguiente:

$$P_{ZCB} = \frac{100}{1 + 0.13\left(\frac{21}{360}\right)} = 100.758333$$

Para la parte del derivado:

$$Put_{corto} = -Max((k - S), 0) \frac{P_{ZCB}}{k}$$

De manera que la estrategia sería la suma de la deuda con el derivado, esto es:

$$Estrategia = P_{ZCB} + Put_{corto}$$

La siguiente tabla muestra tanto el componente de deuda, como la parte del derivado y la estrategia para modelar la nota estructurada.

Cuadro 3.2: Replica de la Nota

SPOT	DEUDA	DERIVADO	ESTRATEGIA
18.2	100.758333	-5.217973	95.540360
18.3	100.758333	-4.693026	96.065307
18.4	100.758333	-4.168079	96.590254
18.5	100.758333	-3.643132	97.115201
18.6	100.758333	-3.118185	97.640148
18.7	100.758333	-2.593238	98.165095
18.8	100.758333	-2.068291	98.690042
18.9	100.758333	-1.543344	99.214989
19	100.758333	-1.018397	99.739936
19.1	100.758333	-0.493450	100.264883
19.2	100.758333	0.000000	100.758333
19.3	100.758333	0.000000	100.758333
19.4	100.758333	0.000000	100.758333
19.5	100.758333	0.000000	100.758333
19.6	100.758333	0.000000	100.758333
19.7	100.758333	0.000000	100.758333
19.9	100.758333	0.000000	100.758333

Fuente: Elaboración propia

Con lo cual podemos observar que reproduce de la misma manera el perfil de pago de la nota estructurada. La siguiente figura muestra el pago.

La figura 3.1.2 muestra la replica de pago, que como podemos observar es la misma que la ilustración 3.1.1, indicándonos que podemos realizar una valuación de la nota de manera correcta.



Figura 3.1.2: REPLICA DUAL FOREX NOTE
Fuente: Elaboración propia

Comparamos tanto la estrategia como el pago al vencimiento de la nota estructurada:

Cuadro 3.3: Diferencia Pago al Vencimiento vs Estrategia

SPOT	PAGO	ESTRATEGIA	DIFERENCIA
18.2	95.540360	95.540360	0.000000
18.3	96.065307	96.065307	0.000000
18.4	96.590254	96.590254	0.000000
18.5	97.115201	97.115201	0.000000
18.6	97.640148	97.640148	0.000000
18.7	98.165095	98.165095	0.000000
18.8	98.690042	98.690042	0.000000
18.9	99.214989	99.214989	0.000000
19	99.739936	99.739936	0.000000
19.1	100.264883	100.264883	0.000000
19.2	100.758333	100.758333	0.000000
19.3	100.758333	100.758333	0.000000
19.4	100.758333	100.758333	0.000000
19.5	100.758333	100.758333	0.000000
19.6	100.758333	100.758333	0.000000
19.7	100.758333	100.758333	0.000000
19.8	100.758333	100.758333	0.000000
19.9	100.758333	100.758333	0.000000

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. FAIR VALUE AL 17 DE MARZO 2017

El “Fair Value” es la valuación del instrumento con los insumos necesarios para asignarle un precio al valor de un instrumento durante la vida de la nota, en otras palabras es el “Precio Justo” por el cual un inversionista podría comprar el instrumento valuado en el mercado, para la nota que estamos valuando, al día de 17 de marzo del 2017, obtenemos los siguientes insumos para dar un precio a la nota mediante el modelo que hemos analizado.

Cuadro 3.4: Insumos

INSUMO	VALOR
<i>dxv</i>	11
σ_{tc}	11.3350 %
<i>r</i>	6.7287 %
r_f	0.9553 %
<i>descuento</i>	3.8202 %
<i>T</i>	0.0301
<i>k</i>	19.1940
<i>S</i>	19.1170

Deuda

Para la parte de la renta fija del instrumento solo es traer a valor presente el bono cupón cero:

$$P_{ZCB} = \frac{100.758333}{1 + 0.0382\left(\frac{11}{360}\right)} = 100.640855$$

Derivado

El valor del derivado considerando que es de tipo de cambio se considera el siguiente put:

$$Put_{corto} = -(Ke^{-rT}N(-d_2) - Se^{-r_fT}N(-d_1))$$

Realizando el cálculo obtenemos lo siguiente $Put_{corto} = -0.1728$, considerando la estrategia que se tiene con el derivado en donde $Put_{corto} = -0.1728 \frac{P_{ZCB}}{k} = -0.9070$

De manera que el valor de la nota estructurada al día 17 de marzo de 2017 queda de la siguiente manera:

$$Valor\ Nota\ Estructurada = 100.640855 + (-0.9070) = 99.733840$$

Debido a que la nota tendría un rendimiento positivo sí y solo sí $S_t \geq k$ para el día 17 de marzo se colocó en el escenario donde $S_t < k$ por lo cual el derivado estaría “Out the Money”, como consecuencia el valor de la nota se encuentra por debajo de su valor nominal.

Al final de la vida de la nota sucedió que $S_t < k$ ya que para el fix determinado¹ el $S_t = 18.8528$ mientras que el $k = 19.1940$ así que la nota pagó **USD** \$5.249470 convertidos a pesos **MXN** \$98.967214

¹ *FIX* al 24 de marzo de 2017.

Capítulo 4

Conclusiones y Bibliografía

La disponibilidad de la información que se tiene actualmente para la toma de decisiones sobre las inversiones es demasiada, tanto es que son muchas las estrategias que se pueden tomar, muchas veces el problema es la carencia de estrategias robustas para poder invertir ese dinero. Las notas estructuradas tienen la bondad de poder ofrecer rendimientos superiores a lo que un banco pudiera ofrecer por tenerlo guardado, eso a un nivel de finanzas personales, como estrategias de inversión, existen otros tipos de instrumentos los cuales conllevan a un mejor rendimiento so pena de una mayor volatilidad del instrumento que se traduce a un mayor riesgo, tal es la diversificación de la inversión a través de portafolios, los cuales nos permiten tener un abánico de opciones para invertir ya que la gama de instrumentos que puede tener un portafolio es amplio. Como se concluyó, el subyacente sobre el cual se hacen más notas es el tipo de cambio USD/MXN, una de las razones es la liquidez que se tiene, es decir, lo rápido que se puede adquirir o deshacer una posición que se tenga, otra de las razones es que la mayoría de los contratos que se pactan al contratar un servicio también están en dólares, con lo cual una empresa se puede cubrir con los llamados derivados implícitos, es decir crear estrategias sobre el tipo de cambio de cobertura para que ya sea que baje o suba el dólar la empresa esté cubierta. Los rendimientos que ofrecen las notas son atractivos en función de que al menos, algunas de ellas, tienen capital garantizado, esto es, no se tiene ninguna pérdida del dinero invertido.

Bibliografía

- [1] BMV Educación, *Instrumentos Financieros Derivados y Notas Estructuradas*.
- [2] Investopedia, <https://www.investopedia.com>
- [3] Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/>
- [4] John C. Hull. (2002). *Introducción a los mercados de futuros y opciones*. Madrid: PRENTICE HALL.
- [5] Interactive Brokers, <https://www.interactivebrokers.com/images/flash/tours/Options103/index.html>
- [6] BMV Educación, *Titulos de Deuda 1 y 2*.
- [7] .OPCIONES CLIMATICAS PARA EL SECTOR PESQUERO DEL PACIFICO MEXICANO, Abraham Alva Vázquez.

Apéndice A

Tipos de Notas Estructuradas

Cuadro A.1: Notas Estructuradas

ESTRUCTURA	NOTAS	PORCENTAJE	ACUMULA
USD DUAL FOREX NOTE	62	9.25	9.25
ACCRUAL RANGE NOTE	60	8.96	18.21
QUANTO CALL SPREAD NOTE	52	7.76	25.97
AUTOCALLABLE ACCRUAL RANGE NOTE	34	5.07	31.04
QUANTO PLAIN VANILLA AND BINARY NOTE	33	4.93	35.97
DUAL FOREX NOTE	32	4.78	40.75
AUTOCALLABLE BARRIER EXOTIC NOTE	29	4.33	45.07
AUTOCALLABLE BASKET BARRIER EXOTIC NOTE	25	3.73	48.81
USD DOUBLE NO TOUCH NOTE	24	3.58	52.39
ASWP SPREAD NOTE	21	3.13	55.52
QUANTO CASH OR NOTHING CALL NOTE	21	3.13	58.66
BARRIER EXOTIC NOTE	21	3.13	61.79
CALL SPREAD NOTE	20	2.99	64.78
AUTOCALLABLE COLLAR & ACCRUAL RANGE NOTE	19	2.84	67.61

Cuadro A.2: Notas Estructuradas

ESTRUCTURA	NOTAS	PORCENTAJE	ACUMULA
CLN	19	2.84	70.45
QUANTO PLAIN VANILLA NOTE	13	1.94	72.39
AUTOCALLABLE FLOOR & ACCRUAL RANGE NOTE	13	1.94	74.33
QUANTO CALL NOTE	13	1.94	76.27
FLOOR & CASH OR NOTHING NOTE	11	1.64	77.91
PLAIN VANILLA NOTE	9	1.34	79.25
CASH OR NOTHING PUT NOTE	9	1.34	80.6
ASIATIC NOTE	8	1.19	81.79
PLAIN VANILLA AND BINARY NOTE	8	1.19	82.99
MEMORY AUTOCALLABLE BARRIER EXOTIC NOTE	8	1.19	84.18
PUT SPREAD NOTE	6	0.9	85.07
CBLE RA CLN	6	0.9	85.97
ASW NOTE	6	0.9	86.87
FTD CLN	6	0.9	87.76
AUTOCALLABLE COLLAR & CASH OR NOTHING NOTE	5	0.75	88.51
PLAIN VANILLA COUPON NOTE	5	0.75	89.25
SWITCH NOTE	5	0.75	90
CALL NOTE	5	0.75	90.75
OUTPERFORM BASKET NOTE	5	0.75	91.49
COLLAR & CASH OR NOTHING NOTE	5	0.75	92.24
CALL BASKET NOTE	4	0.6	92.84
DIGITAL STRIP NOTE	4	0.6	93.43
AUTOCALLABLE FLOOR & CASH OR NOTHING NOTE	3	0.45	93.88
TARN NOTE	3	0.45	94.33
TWIN WIN NOTE	3	0.45	94.78
AUTOCALLABLE CASH OR NOTHING & ARN ¹	2	0.3	95.07
BARRIER EXOTIC AND CASH OR NOTHING NOTE	2	0.3	95.37

¹Accrual Range Note

Cuadro A.3: Notas Estructuradas

ESTRUCTURA	NOTAS	PORCENTAJ	ACUMULA
USD CASH OR NOTHING CALL NOTE	2	0.3	95.67
ASWP RA NOTE	2	0.3	95.97
QUANTO PUT SPREAD NOTE	2	0.3	96.27
BONO TASA REAL	2	0.3	96.57
KNOCK OUT CALL UP AND OUT NOTE	2	0.3	96.87
BASKET ASWP RA NOTE	2	0.3	97.16
CAP NOTE	2	0.3	97.46
AMERICAN CALL OPTION	2	0.3	97.76
ONE TOUCH UP	2	0.3	98.06
DIGITAL STRIP AND ACCRUAL RANGE NOTE	2	0.3	98.36
QUANTO CALL COUPON NOTE	1	0.15	98.51
TIME COUPON NOTE	1	0.15	98.66
UDI ZERO COUPON NOTE	1	0.15	98.81
BARRIER OPTION NOTE	1	0.15	98.96
SEAGULL COUPON NOTE	1	0.15	99.1
CONV FIXED RATE BOND	1	0.15	99.25
RISK BOND	1	0.15	99.4
REMAINS ON HOLD NOTE	1	0.15	99.55
QUANTO PUT OPTION	1	0.15	99.7
AUTOCALLABLE ACCRUAL RANGE & COLLAR NOTE	1	0.15	99.85
PLAIN VANILLA COUPON NOTE DEUDA	1	0.15	100