

23
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLÁN

“EL PROCESO DE VALUACIÓN DE LOS
TÍTULOS OPCIONALES (WARRANTS).
CONSIDERACIONES
Y PROPUESTAS ALTERNATIVAS”

T E S I S
que para obtener el Título de
A C T U A R I O
P r e s e n t a n

AÍDA ACRACIA RAMÍREZ GRIMALDO
ERICK OMAR VARGAS ARENAS



Naucalpan, Estado de México.

1995

FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"

DIVISION DE MATEMATICAS E INGENIERIA
PROGRAMA DE ACTUARIA Y M.A.C.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

SRITA. AIDA ACRACIA RAMIREZ GRIMALDO
SR. ERICK OMAR VARGAS ARENAS
Alumnos de la carrera de Actuaría
P r e s e n t e .

Por acuerdo a su solicitud presentada con fecha 25 de noviembre de 1994, me complace notificarles que esta Jefatura tuvo a bien asignarles el siguiente tema de Tesis Conjunta: "El Proceso de valuación de los Títulos Opcionales (WARRANTS). Consideraciones y propuestas alternativas", el cual se desarrollará como sigue:

INTRODUCCION

CAP. I Las opciones en el entorno de los productos derivados.

CAP. II La estructura de los títulos opcionales.

CAP. III En busca de un modelo eficiente de valuación para Warrants: Black & Scholes vs. SRCEV.

CAP. IV El factor volatilidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

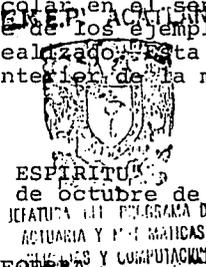
Asimismo, fue asignado como Asesor de Tesis Conjunta - el M.en C. Lucio Pérez Rodríguez, profesor de esta Escuela.

Ruego a ustedes tomar nota que en cumplimiento de lo establecido en la Ley de Profesiones, deberán presentar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar Examen Profesional así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la Tesis el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la misma.

A T E N T A M E N T E)
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Acatlán, Edo. de Méx. 3 de Octubre de 1995.

ACT. LAURA M. RIVERA BECERRA
Jefe del Programa de Actuaría
y M.A.C.

ca'



A Inés, Jorge y a la vida, por darme la oportunidad de, entre tantos espacios, poder coincidir con ellos, con la suerte de presenciar su presencia (valga!) a la vista de su cariño, apoyo inagotable y, sobre todo, porque saben ser verdaderos amigos, en la difícil tarea de ser padres.

A Mariela... por libre y auténtica. A Mariano... por artista. A Mario... por consejero. A Juan y Sandy... por solidarios. Y, por supuesto, a TÍ, porque hasta la tinta y el papel compartimos.

Asimismo quiero dedicar este trabajo a todos los personajes que nos alentaron a realizarlo, así como a aquéllos que lo hicieron posible, y que durante este largo, largo, proceso nos permitieron un poquito (o un mucho, en algunos casos) de su preciado tiempo.

Esto es para mis padres que si no fuese por ellos no podría ser lo que soy y por haber vivido juntos cada momento de mi preparación. Mil Gracias. Y para cada uno de ustedes que me han apoyado en cada uno de los momentos que he pasado por la escuela, no tan sólo por la universidad, sino desde los primeros años, cuando se han sentado junto a mí y me han ayudado, de una u otra manera, a que las cosas salgan, por ello gracias!

Sobretudo a Natalia, en donde quiera que esté, a mis hermanos Amado, Claudia, Adriana, Tomás, Gabriel, al Alejandro y la Paola, a doña Connie y sus hermanos, Javier, Beto y en especial a mi tío Moy, etc., así como estaré eternamente en deuda por tanto apoyo con Inés, y con Aida, Eli gracias.

Erick

Aida

También deseamos hacer patente nuestro agradecimiento a Fausto Nieves y a su equipo de colaboradores, por todas las atenciones que tuvieron para con nosotros.

ÍNDICE

GLOSARIO	i
LISTA DE SÍMBOLOS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. LAS OPCIONES EN EL ENTORNO DE LOS PRODUCTOS DERIVADOS	4
1.1 ANTECEDENTES	4
1.2 RIESGO FINANCIERO	7
1.2.1 CONCEPTO DE RIESGO FINANCIERO	7
1.2.1.1 RIESGOS EXÓGENOS	10
1.2.1.2 RIESGOS INTRINSECOS	14
1.3 INSTRUMENTOS DERIVADOS	15
1.3.1 CONTRATOS DE TÍTULOS OPCIONALES	16
1.3.2 CONTRATOS DE FUTUROS	22
1.3.2.1 DESARROLLO DE LOS CONTRATOS DE FUTUROS	23
1.3.2.2 MECANISMOS DE NEGOCIACIÓN	25
1.3.2.3 CARACTERÍSTICAS	27
1.3.2.4 NEGOCIADORES DEL MERCADO DE FUTUROS	31
1.3.2.5 POSICIONES	33
1.3.2.6 TIPOS DE CONTRATOS DE FUTUROS	33
1.3.3 CONTRATOS DE ADELANTADOS	34
1.3.4 CONTRATOS DE SWAPS	39
1.3.4.1 SWAPS DE TASAS DE INTERÉS	41
1.3.4.2 SWAPS DE DIVISAS	43
1.3.4.3 PARTICIPANTES EN EL MERCADO DE CONTRATOS DE SWAPS	46
1.3.4.4 OTROS CONTRATOS DE SWAPS	47
1.4 PERSPECTIVAS EN MÉXICO	49

CAPÍTULO 2. LA ESTRUCTURA DE LOS TÍTULOS OPCIONALES 51

2.1	TIPOS DE TÍTULOS OPCIONALES	51
2.1.1	LA OPCIÓN DE COMPRA	52
2.1.2	LA OPCIÓN DE VENTA	55
2.1.3	CATEGORÍAS DE TÍTULOS OPCIONALES	58
2.1.4	POSICIONES EN TÍTULOS OPCIONALES	59
2.1.5	OPCIONES EXÓTICAS	63
2.2	PRINCIPIOS DE VALUACIÓN	66
2.2.1	NOTACIÓN BÁSICA Y TERMINOLOGÍA	67
2.2.2	PRINCIPIOS DE VALUACIÓN DE UNA OPCIÓN DE COMPRA	69
2.2.3	PRINCIPIOS DE VALUACIÓN DE UNA OPCIÓN DE VENTA	72
2.2.4	PARIDAD COMPRA/VENTA	75
2.3	ESTRUCTURA DEL MERCADO	77
2.3.1	VALORES DE REFERENCIA	81
2.3.2	PARTICIPANTES EN EL MERCADO DE TÍTULOS OPCIONALES	82
2.3.3	EJERCICIO DE LOS TÍTULOS OPCIONALES	85
2.3.4	COBERTURA	87
2.4	ESTRATEGIAS DE INVERSIÓN	92
2.4.1	COMBINACIONES	92
2.4.2	DIFERENCIALES (<i>SPREADS</i>)	97
2.5	MARCO NORMATIVO MEXICANO	103

CAPÍTULO 3. EN BUSCA DE UN MODELO EFICIENTE DE VALUACIÓN PARA WARRANTS: BLACK & SCHOLES vs. SRCEV 106

3.1	EL MODELO DE VALUACIÓN BLACK & SCHOLES	107
3.1.1	PLANTEAMIENTO DEL MODELO	107
3.1.1.1	SUPUESTOS	107
3.1.1.2	LA FÓRMULA BLACK & SCHOLES	108
3.1.1.3	DETERMINACIÓN DE VARIABLES	111
3.1.2	DESARROLLO DEL MODELO BLACK & SCHOLES	114
3.1.3	ANÁLISIS DE ESTÁTICA COMPARATIVA	126
3.1.3.1	PRECIO DEL BIEN SUBYACENTE	126
3.1.3.2	PRECIO DE EJERCICIO	129
3.1.3.3	TIEMPO PARA EL VENCIMIENTO	131
3.1.3.4	TASA DE INTERÉS	133
3.1.3.5	VOLATILIDAD	135
3.1.4	ESTUDIO DE SUS DEBILIDADES	138
3.2	EL MODELO DE VALUACIÓN SRCEV	139
3.2.1	INTRODUCCIÓN	139
3.2.2	TEORÍA DE VALUACIÓN DE OPCIONES PROPEDÉUTICA PARA EL MODELO CEV	140
3.2.3	PLANTEAMIENTO DEL MODELO CEV	143
3.2.3.1	CASOS DEL MODELO GENERAL	143
3.3	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MODELO BLACK & SCHOLES <i>versus</i> EL MODELO SRCEV	148

3.3.1 DATOS	148
3.3.2 METODOLOGÍA	168
3.3.3 RESULTADOS	175
CAPÍTULO 4. EL FACTOR VOLATILIDAD	181
4.1 CONCEPTOS	183
4.2 CONSIDERACIONES TEÓRICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA VOLATILIDAD	184
4.3 LA VOLATILIDAD EN EL CÁLCULO DEL PRECIO DEL WARRANT	191
4.3.1 VOLATILIDAD HISTÓRICA	191
4.3.2 VOLATILIDAD IMPLÍCITA	194
4.3.3 VOLATILIDAD PONDERADA	203
4.4 ¿CUÁL ES LA VOLATILIDAD APROPIADA PARA SER CONSIDERADA EN EL MODELO DE VALUACIÓN DE TÍTULOS OPCIONALES? UN ESTUDIO COMPARATIVO	208
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	216
BIBLIOGRAFÍA	220
APÉNDICE A	224
APÉNDICE B	226
ANEXO	229

GLOSARIO.

—A—

ACCIÓN

Participación del capital social de una empresa: sirve para acreditar y transmitir los derechos y obligaciones de los socios.

ARBITRAJE

Transacción de un mismo bien vendido a dos diferentes precios, que envuelve la compra de un activo a un precio y su venta a un precio más alto casi instantáneamente. Su estrategia de operación no implica una transferencia o asunción de riesgo. A su vez genera un efecto de eficiencia en la formación de precios en el mercado.

AVERSIÓN AL RIESGO

Característica referente a un inversionista que le disgusta correr un riesgo sin un rendimiento adicional.

—B—

BIEN SUBYACENTE

Valor de referencia sobre el que se emite otro activo (instrumento derivado). Es el valor objeto del título opcional.

BOLSA DE VALORES

Recinto físico del mercado de valores organizado, en donde se realizan operaciones de compra-venta de valores

inscritos en ésta, a través de los agentes de bolsa y de los operadores de piso de las casas de bolsa.

B.M.V.

Bolsa Mexicana de Valores. Facilita las operaciones de compra-venta de valores, supervisa que las operaciones efectuadas por los intermediarios bursátiles cumplan con los lineamientos legales establecidos y mantiene a disposición del público la información relevante sobre los valores registrados, sus emisoras y operaciones.

BONOS

Títulos-valor emitidos por instituciones que documentan créditos en favor de las mismas. Generalmente, son documentos a largo plazo, que pagan intereses periódicamente y cuyo riesgo depende de la institución emisora.

BURSATILIDAD

Con referencia a mercados, la facilidad de comprar o vender un activo financiero. Normalmente, la bursatilidad se evalúa a través del volumen y el importe negociados, al mismo tiempo que se considera la frecuencia con la que se realizan operaciones.

—C—

CETES

Certificados de la Tesorería de la Federación. Títulos al portador emitidos por el Gobierno Federal a través de la S.H.C.P.

C.N.V.

Comisión Nacional de Valores. Organismo que directamente norma, regula y

promueve las actividades de los diversos participantes del Mercado de Valores. Vigila el funcionamiento de la B.M.V., de las Casas de Bolsa, del INDEVAL y de las emisoras de valores listados. Asimismo, se encarga de autorizar y controlar la emisión de instrumentos de inversión, los sistemas de información y los esquemas de compensación.

COBERTURA

Transacción en la cual un inversionista pretende proteger una posición sobre un bien en el mercado de contado utilizando una posición opuesta en un producto derivado.

CORRETAJE

Consiste en la búsqueda y reunión de dos o más usuarios finales de un contrato financiero.

COSTOS DE TRANSACCIÓN

Gastos inherentes al intercambio de bienes pagaderos a los intermediarios de éstos.

COTIZACIÓN

Conocimiento del precio de bienes en el mercado, a través de un medio determinado.

—D—

DIVIDENDO

Reparto que se hace a los accionistas de las utilidades obtenidas por la empresa en determinado ejercicio.

—E—

EFICIENCIA DEL MERCADO

Concepto referente a un mercado en el cual los precios reflejan los valores económicamente reales de los bienes subyacentes.

EJERCICIO

Proceso mediante el cual un título opcional de compra (venta) es utilizado para comprar (vender) el bien subyacente al que se encuentra referido.

EMISIÓN

Conjunto de valores que una emisora crea y pone en circulación. Una emisión puede ser pública, si se realiza la colocación de los títulos en el Mercado de Valores, a través de la intermediación bursátil; y privada, si la colocación se hace a los actuales accionistas o a través de la venta directa de un paquete de acciones del vendedor al comprador.

EMISOR

Entidad que capta fondos por medio de la colocación de valores en el mercado bursátil.

ESPECULACIÓN

Inversión a corto plazo con alto riesgo y expectativas de alto rendimiento.

EURODÓLAR

Dólar depositado en un banco europeo o en alguna sucursal europea de un banco estadounidense.

—G—

GARANTÍA

(Margen) Fondo requerido a los participantes del mercado con posiciones en productos derivados específicos, para asegurar que cumplan con sus obligaciones y así cubrir todas las posibles pérdidas.

—I—

IMPUESTO

Gravamen (obligación) exigido por el Estado para su recaudación con fines públicos.

INDEVAL

Instituto para el Depósito de Valores. Centraliza el depósito de valores con el efecto de facilitar la guarda, transferencia, compensación, liquidación y administración de valores, sin detrimento de la seguridad jurídica requerida por las operaciones de valores. En sus bóvedas se encuentran físicamente almacenadas la mayor parte de los títulos transados en la B.M.V. Cuenta con un sistema que permite efectuar la transferencia de valores a través de asientos contables, realizados por mecanismos electrónicos, lo que promueve la circulación de valores al evitar su desplazamiento físico.

ÍNDICE

Indicador representativo que se establece para pulsar el comportamiento del mercado y que resulta del promedio de los precios de las acciones más negociadas.

INTERÉS

Porcentaje generado a partir de una cantidad base, de acuerdo al grado de riesgo de la inversión.

INVERSIONISTA

Persona física o moral que destina sus recursos a la adquisición de títulos financieros con el fin de obtener un ingreso, realizar una ganancia de capital, percibir dividendos u obtener una cobertura.

L

LIBOR

London Interbank Offered Rate. Tasa que resulta de promediar las tasas activas que cobran los principales bancos británicos al extender créditos.

LIQUIDEZ

Función de un mercado en la cual las transacciones de compra y venta pueden

ejecutarse rápidamente, con un leve impacto en los precios.

M

MARGEN

Ver *Garantía*.

MERCADO AL CONTADO

(*Spot*) Mercado para activos en donde se involucra la entrega y venta inmediata de los valores.

MERCADO DE MOSTRADOR O EXTRABURSÁTIL

(*Over-the-Counter*) En éste, los contratos no se pactan y negocian de forma estandarizada, sino que se acuerdan única y exclusivamente entre dos partes: un inversionista y una institución financiera, fuera de una bolsa de valores organizada.

MERCADO SECUNDARIO

Mercado para activos que fueron emitidos previamente y son ahora negociados entre los inversionistas.

MERCADO SPOT

Ver *Mercado al Contado*.

MERCANCIA

(*Commodity*) Algún activo, pero más frecuentemente utilizado para referirse a un producto agrícola, algún metal o recurso natural.

O

OBLIGACIÓN

Título-valor nominativo que documenta un préstamo a largo plazo obtenido por una empresa a través de los inversionistas en el mercado de capitales.

—P—

PLAZO DE VIGENCIA

Periodo en que un título está en circulación y los derechos que representa son reconocidos ampliamente.

POSICIÓN CORTA

Posición creada por la venta de un activo. En los títulos opcionales, envuelve al participante del mercado el cual se encuentra en expectativas de que el comprador ejerza su derecho.

POSICIÓN LARGA

Posición que envuelve la compra de un bien. En los títulos opcionales, un participante del mercado se encuentra largo cuando tiene expectativas de ejercer su derecho.

PRECIO DE EJERCICIO

Valor al cual un título opcional, permite a su tenedor comprar o vender el bien subyacente.

PRECIO DE MERCADO

Precio al que se cotiza un título en el mercado de valores en un momento determinado.

PRIMA

Precio al que se negocia un título opcional o producto derivado.

PRODUCTO DERIVADO

Contratos financieros cuyo valor depende del valor de uno o de la combinación de varios activos financieros, también llamados activos primarios o bienes subyacentes.

PUJA

Aumento por parte de un ente en el precio de un bien o activo que se desea vender o comprar.

—R—

RENDIMIENTO

Beneficio que produce una inversión por medio de ganancias de capital, intereses o dividendos, normalmente expresado como un porcentaje anual del monto invertido.

REPRESENTANTE COMÚN

Institución o casa de bolsa que asume la responsabilidad de ejercitar las acciones o derechos que al conjunto de tenedores de los títulos corresponda, por incumplimiento del emisor o del agente.

RIESGO

Se refiere a una situación, posición o elección involucrada con una posible pérdida. El concepto de riesgo es muy cercano a la idea de un resultado, el cual puede ser probable, pero no necesariamente cierto.

RIESGO NEUTRAL

Propiedad que no envuelve las preferencias de riesgo de los inversionistas, y que su rendimiento esperado se limitará únicamente a la tasa de interés libre de riesgo.

—S—

S.H.C.P.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Es la máxima instancia normativa del Sistema Financiero Mexicano. Le compete proponer, aplicar y evaluar las políticas de orientación, regulación, control y vigilancia del Mercado de Valores.

SOBREVALUADO

Condición en la cual una acción, título opcional, etc., se encuentra valuado por encima de su valor real.

SUBVALUADO

Condición en la cual una acción, título opcional, etc., se encuentra valuado por abajo de su valor real.

T

TASA DE INTERÉS

Tasa que representa el crecimiento que produce una inversión para el que la emprende; y para el caso del prestatario, se refiere al costo que paga por el capital prestado.

TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO

Mínimo rendimiento que se otorga a las inversiones bajo condiciones de riesgo. En cualquier mercado de dinero, el papel gubernamental es considerado como libre de riesgo por contar con el respaldo incondicional del gobierno.

TENEDOR

Titular del derecho consignado en cualquier título-valor. El tenedor de un título opcional es aquél que posee el derecho conferido en dicho documento sobre el bien subyacente.

TÍTULO OPCIONAL

Derecho, más no la obligación, de comprar o vender una cantidad determinada de un bien subyacente o bien de referencia a un precio preestablecido y dentro de un período predeterminado.

TÍTULO OPCIONAL AMERICANO

Contrato que brinda el derecho sobre un bien específico para comprarlo o venderlo, mismo que puede ser ejercido en cualquier momento de la vida del título.

TÍTULO OPCIONAL EUROPEO

Contrato que brinda el derecho sobre un bien específico para comprarlo o venderlo, y el cual sólo podrá ser ejercido en la fecha de vencimiento del título.

V

VALOR INTRÍNSECO

Mínimo valor que puede tener un título opcional, el cual es el que recibe el poseedor del mismo y que viene dado por la diferencia entre el precio del bien subyacente y el precio de ejercicio en un momento determinado.

VENTA EN CORTO

Operación de compra-venta de valores que liquida el vendedor con valores obtenidos en préstamo y conlleva la obligación de restituir dichos valores o su equivalente al prestamista.

VOLATILIDAD

Medida de la variabilidad de los precios de los activos, habitualmente calculada por la desviación estándar de la tasa de los rendimientos.

LISTA DE SÍMBOLOS.

$=$	Igualdad	$C(s, t)$	Función C depende de s y t
$-$	Resta	μ	Media (mu)
$+$	Suma	σ^2	Varianza (sigma cuadrada)
$*$	Producto	σ	Desviación estándar (sigma)
$/$	Cociente	\bar{x}	Valor medio de x
\equiv	Identidad	$\hat{\theta}$	Estimador del parámetro θ
\neq	Desigualdad	$E[\cdot]$	Valor Esperado
\approx	Equivalente	\sim	Se distribuye como
$\%$	Por ciento	S^2	Varianza muestral
$>$	Mayor que	H_0	Hipótesis nula
$<$	Menor que	H_a	Hipótesis alternativa
\geq	Mayor o igual que	RR	Región de rechazo
\leq	Menor o igual que	F, t	Pruebas de significación
$\sqrt{\quad}$	Raíz	β_1	Coefficiente intercepción (beta)
\Rightarrow	Implica	β_2	Coefficiente pendiente (beta)
\forall	Para todo(a)	ρ	Coefficiente de correlación (rho)
	Por lo tanto	R^2	Coefficiente de determinación
\in	Elemento de	oz	Onza
Σ	Suma (sigma)	<i>i.e.</i>	Es decir
Π	Producto (pi)	<i>vs.</i>	Versus
$[,]$	Intervalo	pt.	Peseta
$\{ \dots \}$	Conjunto	£	Libra esterlina
$ $	Valor absoluto	¥	Yen japonés
\rightarrow	Tiende a	WA	Warrant
∞	Infinito	α	Alfa
\ln	Logaritmo natural	δ, Δ	Delta
\lim	Límite	ε	Epsilon
$\partial/\partial x$	Derivada parcial	γ, Γ	Gamma
$\partial^2/\partial x^2$	Segunda derivada parcial	η	Eta
df, f'	Derivada de f	λ, Λ	Lambda
Δf	Incremento de f	θ, Θ	Theta
\int	Integral indefinida	τ	Tau
\int_a^b	Integral definida	ξ	Xi
$Máx$	Máximo		
$Mín$	Mínimo		
e, exp	Exponencial		

LISTA DE FIGURAS.

	pág.
Cuadro 1-1. Principales diferencias entre los contratos de Futuros y Adelantados.	35
Cuadro 2-1. Títulos Opcionales que al 25 de octubre de 1994 se encontraban Dentro, En y Fuera-del-Dinero. Donde S denota el precio de la acción; y X , el precio de ejercicio del warrant.	60
Cuadro 2-2. Paridad compra/venta y resultados posibles de la posición a la fecha de vencimiento.	76
Cuadro 2-3. Información de inscripción de un título opcional de compra sobre el IPC.	79
Cuadro 2-4. Características de los valores de referencia por tipo de emisor.	83
Cuadro 2-5. Tabla de pagos y cobros de una estrategia <i>Straddle</i> .	93
Cuadro 2-6. Tabla de pagos y cobros de una estrategia al Descubierta.	95
Cuadro 2-7. Tabla de pagos y cobros de una estrategia <i>Strip</i> .	96
Cuadro 2-8. Tabla de pagos y cobros de una estrategia Diferencial Alcista.	98
Cuadro 2-9. Tabla de pagos y cobros de una estrategia Diferencial Bajista.	100
Cuadro 2-10. Tabla de pagos y cobros de una estrategia Diferencial Mariposa.	102
Figura 1-1. Negociación de un contrato de Futuros entre dos instituciones.	28
Figura 1-2. Participación de la Cámara de Compensación en un contrato de Futuros.	28
Figura 1-3. La Cámara de Compensación en una nueva negociación de Futuros con la institución recién llegada.	29
Figura 1-4. Condiciones actuales de la Cámara de Compensación y las partes en la negociación de un contrato de Futuros.	30
Figura 1-5. Simplificación de transacciones por parte de la Cámara de Compensación.	30
Figura 1-6. Ajuste de importes por parte de la Cámara de Compensación.	31
Figura 1-7. Negociación de un contrato de Swaps entre dos instituciones.	42
Figura 1-8. Intervención de una institución financiera en la negociación de un contrato de Swaps entre dos instituciones.	43
Figura 1-9. Flujos de efectivo en un contrato de Swaps de Divisas entre una compañía americana y una mexicana.	45
Figura 1-10. Pago de los intereses en la moneda de la contraparte dadas las obligaciones del contrato de Swaps de Divisas.	45
Figura 1-11. Pago de los intereses en el contrato de Swaps de Divisas a través de un intermediario financiero.	46
Figura 2-1. Participantes del Mercado de Títulos Opcionales.	84

	pág.
Gráfica 2-1. Perfil Riesgo-Rendimiento para el tenedor de un título opcional de compra.	54
Gráfica 2-2. Perfil Riesgo-Rendimiento para el emisor de un título opcional de compra.	54
Gráfica 2-3. Perfil Riesgo-Rendimiento para el tenedor de un título opcional de venta.	57
Gráfica 2-4. Perfil Riesgo-Rendimiento para el emisor de un título opcional de venta.	58
Gráfica 2-5. Condiciones de un Título Opcional de Compra.	60
Gráfica 2-6. Condiciones de un Título Opcional de Venta.	61
Gráfica 2-7. Comparación de primas para los Títulos Opcionales de Compra.	62
Gráfica 2-8. Comparación de primas para los Títulos Opcionales de Venta.	62
Gráfica 2-9. Combinación <i>Sraddle</i> .	94
Gráfica 2-10. Combinación <i>Strip</i> .	96
Gráfica 2-11. Combinación <i>Strap</i> .	97
Gráfica 2-12. Diferencial Alcista.	99
Gráfica 2-13. Diferencial Bajista.	101
Gráfica 2-14. Diferencial Manposa.	102
Gráfica 2-15. Diferencial Cóndor.	103
Gráfica 3-1. Precio de la opción de compra (C) con respecto al bien subyacente (precio de la acción); con $\lambda=65$, $r=16\%$, $\sigma=22\%$, $(T-t)=0.5$ (183 días).	128
Gráfica 3-2. Precio de la opción de venta (P) con respecto al bien subyacente (precio de la acción); con $\lambda=65$, $r=16\%$, $\sigma=22\%$, $(T-t)=0.5$ (183 días).	128
Gráfica 3-3. Precio de una opción de compra (C) respecto al precio de ejercicio; con $S=45$, $r=16\%$, $\sigma=22\%$, $(T-t)=0.5$ (183 días).	130
Gráfica 3-4. Precio de una opción de venta (P) con respecto al precio de ejercicio; con $S=45$, $r=16\%$, $\sigma=22\%$, $(T-t)=0.5$ (183 días).	130
Gráfica 3-5. Precio de una opción de compra (C) con respecto al tiempo de vencimiento ($T-t$); con $r=16\%$, $\sigma=22\%$; para el caso en que $\lambda>S$, tenemos $\lambda=65$ y $S=60$; asimismo para $\lambda<S$, los valores son $\lambda=60$ y $S=65$.	132
Gráfica 3-6. Precio de una opción de venta (P) con respecto al tiempo de vencimiento ($T-t$); con $r=16\%$, $\sigma=22\%$ y para el caso en que $\lambda>S$, tenemos $\lambda=65$ y $S=60$; asimismo para $\lambda<S$, los valores son $\lambda=60$ y $S=65$.	132
Gráfica 3-7. Precio de una opción de compra (C) con respecto a la tasa de interés (r); con $\sigma=22\%$, $(T-t)=0.5$ (183 días), $\lambda=65$ y $S=60$.	134
Gráfica 3-8. Precio de una opción de venta (P) con respecto a la tasa de interés (r); con $\sigma=22\%$, $(T-t)=0.5$ (183 días), $\lambda=65$ y $S=60$.	134
Gráfica 3-9. Precio de una opción de compra (C) con respecto a la volatilidad (σ); con $r=16\%$, $(T-t)=0.5$ (183 días) y para el caso en que $\lambda>S$, $\lambda=65$ y $S=60$; asimismo para $\lambda<S$, los valores son $\lambda=60$ y $S=65$.	136
Gráfica 3-10. Precio de una opción de venta (P) con respecto a la volatilidad (σ); con $r=16\%$, $(T-t)=0.5$ (183 días) y para el caso en que $\lambda>S$, $\lambda=65$ y $S=60$; asimismo para $\lambda<S$, los valores son $\lambda=60$ y $S=65$.	136
Gráfica 3-11. Precios teóricos y de mercado para un título opcional sobre Comerci B.	171
Gráfica 3-12. Diferencias porcentuales entre el precio Black & Scholes y el precio de mercado dependiendo de su condición en el dinero (Comerci B).	174
Gráfica 3-13. Diferencias porcentuales entre el precio SRCEV y el precio de mercado dependiendo de su condición en el dinero (Comerci B).	174
Gráfica 3-14. Diferencias porcentuales (no absolutas) entre el precio Black & Scholes y el precio de mercado dependiendo de su condición en el dinero.	176

	pág.
Gráfica 3-15. Diferencias porcentuales (no absolutas) entre el precio SRCEV y el precio de mercado dependiendo de su condición en el dinero.	176
Gráfica 3-16. Precios teóricos del modelo Black & Scholes para títulos opcionales en la condición Fuera-del-Dinero (FD)	177
Gráfica 3-17. Precios teóricos del modelo SRCEV para títulos opcionales en la condición Fuera-del-Dinero (FD).	177
Gráfica 3-18. Precios teóricos del modelo Black & Scholes para títulos opcionales en la condición Dentro-del-Dinero (DD).	178
Gráfica 3-19. Precios teóricos del modelo SRCEV para títulos opcionales en la condición Dentro-del-Dinero (DD).	178
Gráfica 4-1. Rendimientos continuos en función del tiempo.	186
Gráfica 4-2. Logaritmo de los rendimientos en función del tiempo.	186
Tabla 3-1. Datos básicos requeridos para obtener el precio de un título opcional a través del modelo Black & Scholes.	112
Tabla 3-2. Influencia del Bien Subyacente sobre el precio de la opción, donde permanecen fijas las variables $X=65$, $r=0.16$, $\sigma=0.22$, $(T-t)=0.5$.	127
Tabla 3-3. Influencia de las variables sobre el modelo.	137
Tabla 3-4. Observaciones y diferencias para los precios teóricos y de mercado del caso analizado (Comerci B).	170

RESUMEN.

En la presente tesis se ofrece un amplio estudio relativo a los títulos opcionales (warrants), en el que se expone su estructura, tipificación, características de operación y, particularmente, se desarrollan un par de investigaciones vinculadas con aspectos relacionados a la forma de valorar la prima de estos títulos.

Ambos análisis fueron desarrollados a partir de observaciones semanales de títulos opcionales negociados en la BMV durante el periodo de diciembre de 1993 a diciembre de 1994.

El primero es desarrollado en base al método que se aplica en nuestro país para estimar la prima de los títulos opcionales (modelo Black & Scholes), el cual se ha venido aceptando por la aproximación y gran accesibilidad que presenta. A pesar de ello, se han identificado ciertas imprecisiones directamente relacionadas con los supuestos que basaron su derivación. Por lo que se expone un modelo alternativo (SRCEV), cuyas bases teóricas se presumen más apegadas a la realidad, con la finalidad de probar que su desempeño en el mercado nacional puede ser más eficiente que el del modelo que es utilizado actualmente. De esta manera efectuamos un análisis comparativo entre los modelos tratando demostrar nuestra suposición.

El segundo de los análisis se centra en la obtención de un estimador para la volatilidad esperada de los rendimientos del valor de referencia hasta el vencimiento del título opcional. Aquí se sugiere que, si la prima de este tipo de instrumentos derivados es valuada correctamente, la volatilidad implícita representa una mejor herramienta informativa acerca de la volatilidad futura, respecto a la volatilidad histórica.

Sin embargo, los resultados de ambos estudios mostraron limitaciones, pues creemos que durante el periodo examinado el mercado se comportó ineficientemente.

ABSTRACT.

The present dissertation shows an extensive research regarding optional assets (warrants) that includes a study of its structure, kinds of options and trading characteristics. We also develop a pair of analysis related to the mechanics of option pricing.

Both analysis were developed on a weekly data sample of warrants which were traded in *BAP* during the period from December 1993 to December 1994.

The first empirical study is based on the method used to estimate option premiums in our country (Black and Scholes model), which has been accepted because of its approximation and easily handling. However certain vagueness has been identified in the assumptions from which the model was derived. Then, an alternative model is proposed (SRCEV), whose theoretical assumptions are closer to reality than those of Black & Scholes model. And finally, we try to prove that the performance of the alternative model in the domestic market is more efficient than that one used nowadays. Thus, we demonstrate this hypothesis through a comparative analysis between the models.

The second analysis is focused on getting a predictor of expected underlying stock return volatility until the maturity of the option. In addition, we suggest that, if the premium of this kind of derivative products is properly evaluated, the implied volatility represents a better informative tool about future volatility, regarding the historic stock return volatility.

Nevertheless, we found that the results of both studies showed restrictions and we think that it is due to the inefficiency of the market during the covered period.

INTRODUCCIÓN.

El Mercado de Valores es una realidad cambiante y compleja que, frente a la apertura comercial ha buscado espacios de participación en corrientes mundiales con el objetivo de lograr su integración financiera, a la vez que atiende las necesidades de financiamiento de capital, deuda de empresas y proyectos de inversión de los elementos que lo constituyen. Es así, como su conocimiento resulta indispensable para optimizar la gestión financiera de personas e instituciones.

En este sentido el presente trabajo ha sido enfocado hacia uno de los factores innovadores que ha experimentado el Mercado de Valores a últimas fechas, la inserción de los instrumentos financieros derivados, y más específicamente hacia los Títulos Opcionales, mejor conocidos como Warrants.

La Economía Nacional, así como la de otros países, ha sufrido durante las últimas décadas una situación financiera difícil, principalmente por el aumento en la volatilidad que ha venido a desestabilizar a los mercados. De ahí surge la necesidad de las instituciones financieras por desarrollar instrumentos de cobertura en contra de los posibles riesgos que representa invertir en el mercado, y al mismo tiempo, se dota al inversionista de nuevas posibilidades para combinar riesgo-rendimiento acorde a sus propias necesidades. De esta forma surgen los productos derivados, que se dividen fundamentalmente en contratos de futuros, swaps y los títulos opcionales, destacando éstos últimos por su importante desarrollo y particularmente por ser los únicos instrumentos de esta categoría que se permiten negociar en bolsa actualmente (a partir de octubre de 1992).

Los Títulos Opcionales, que a lo largo del trabajo serán citados indistintamente como warrants u opciones inclusive, son aquellos instrumentos que confieren a sus tenedores el derecho de comprar o vender al emisor un determinado bien al que se encuentran referidos, a un precio y en una fecha determinados, a cambio del pago de una prima de emisión. Es importante mencionar que en México, el bien de referencia de estos instrumentos derivados está restringido a acciones, canastas de acciones y a índices de precios accionarios.

En términos de la valuación del precio de los títulos opcionales, y pese a que los operadores financieros mexicanos negocian diariamente con este tipo de instrumentos, se han concretado únicamente a importar el conocido modelo "Black & Scholes", que gracias a su accesibilidad y aproximación que presenta, les ha permitido aplicarlo a sus propias circunstancias. Sin embargo, algunas investigaciones han revelado ciertas controversias en torno a dicho modelo, por lo que uno de los propósitos del trabajo es proponer una alternativa para la estimación de la prima de los títulos opcionales, de tal forma que se ofrezcan al inversionista precios que reflejen verdaderamente el valor de estos instrumentos. La disyuntiva que se espera introducir como una

opción más exacta para estimar el precio de los títulos opcionales es el modelo de raíz cuadrada de elasticidad constante de la varianza, SRCEV (*Square Root Constant Elasticity of Variance*).

Asimismo existe otro aspecto relativo al procedimiento de valuación de estos títulos, el que se refiere a la obtención de la volatilidad esperada para el valor de referencia del derivado. Ya que dicha volatilidad es una de las variables que afectan el precio de los títulos opcionales, se requiere contar con elementos que aproximen dicho valor. Es así como se espera probar que la volatilidad implícita podría ser una herramienta informativa en la estimación de la volatilidad futura, al tiempo que se busca exponer su superioridad respecto a la volatilidad basada en datos históricos, que es la que en la generalidad se ha consentido en emplear para tales propósitos.

En base a lo anterior se formula el objetivo general de la presente investigación, en términos de reconocer la importancia de los títulos opcionales (warrants) en el Mercado de Valores mexicano, pues dichos instrumentos representan una de las pocas alternativas de inversión que permiten formar posiciones de cobertura de riesgo, de la misma forma, se evaluará el proceso de valuación de estos instrumentos derivados analizando los mecanismos que permitan una formación eficiente de primas.

La mayoría de los estudios relacionados con el tema de la valuación de los títulos opcionales son estadounidenses, y mientras algunos se han enfocado a examinar detalladamente el desempeño en la práctica, e inclusive las bases teóricas, del modelo propuesto por F. Black y M. Scholes en 1973, otros se han dedicado a formular metodologías alternativas para la valuación de estos instrumentos. De esta forma el presente trabajo cumple también la función de ofrecer un material de consulta para posteriores investigaciones.

En este sentido, el enfoque del trabajo es integral en el sentido que realiza una revisión comprensiva de los aspectos más relevantes de la operación de los Títulos Opcionales, desde la consideración de su comportamiento y la ejecución de los análisis ya mencionados, hasta las perspectivas que tienen dichos instrumentos como parte del Mercado de Valores, y por tanto, operando bajo el Sistema Financiero Mexicano. Asimismo, la orientación de la investigación es estructural en tanto que se exploran las interrelaciones que guardan sus diversos aspectos valuatorios, y se conducen mecanismos alternativos para dicho efecto.

De ahí que la tesis pueda resultar de interés a economistas, financieros, contadores, administradores de empresas y de riesgo, banqueros, analistas bursátiles, inversionistas y, en general, a todo profesionista incorporado en el medio bursátil e interesado en el mercado de productos derivados. Cabe mencionar que la obra requiere un cierto nivel matemático: formalmente se presenta asumiendo un conocimiento de los conceptos básicos de álgebra, probabilidad, estadística y cálculo. No obstante, algunos espacios así como los apéndices se encomiendan a explicar paso a paso los procedimientos que se realizan, permitiendo que el lector comprenda la esencia del desarrollo que se emplea para la procuración de los fines deseados.

El trabajo se encuentra conformado por cuatro capítulos, mismos a los que preceden las conclusiones y recomendaciones del mismo, así como su bibliografía correspondiente, contando con dos apéndices y un anexo. En el primer capítulo se comienza ubicando a los instrumentos derivados dentro de la dinámica financiera y sus condiciones actuales de operación en México, posteriormente y ya encaminados sobre los títulos opcionales, en el segundo capítulo se describen sus características, estructura, funcionamiento, organización, principales regulaciones que norman su actividad bursátil, y de manera preliminar, su proceso de valuación. Continuando, en el tercer capítulo definiremos el método que actualmente se emplea para la valuación de los

títulos opcionales (modelo Black & Scholes), y se establecerá el modelo SRCEV que se busca introducir como una alternativa más aproximada para obtener la prima de estos títulos. Asimismo, al final de este capítulo ambos modelos serán sometidos a un análisis estableciendo como punto de comparación los precios del mercado, para determinar la ventaja de aquél que muestre los resultados más aproximados. En el último de los capítulos presentamos un estudio sobre la volatilidad que influye la prima de los títulos opcionales y se expone un análisis comparativo en donde se busca probar que la volatilidad implícita es un mejor estimador de la volatilidad futura, en relación a la volatilidad histórica. De igual modo, se definen las conclusiones del trabajo y se dan algunas sugerencias en términos de la implementación de un mercado integral de derivados en México. Finalmente, en el primero de los apéndices se sintetizan ciertos aspectos relacionados con la distribución logaritmiconormal; el apéndice que sigue esquematiza los métodos numéricos auxiliares para el análisis de la volatilidad implícita; mientras que el anexo se encomienda para presentar los datos para los estudios comparativos de los capítulos tercero y cuarto, así como los listados de las corridas respectivas.

Por último, la elaboración de este trabajo de investigación no habría sido posible sin las sugerencias y apreciaciones recibidas por parte de las personas con quienes tuvimos la oportunidad de platicar sobre este proyecto. Especialmente deseamos hacer patente nuestro reconocimiento al M. en C. Lucio Pérez Rodríguez por la valiosa dirección, asesoramiento, e interés que nos proporcionó a lo largo de esta investigación. De igual forma agradecemos los comentarios y el tiempo que nos brindó el Dr. Eric Stevens, Director de la Maestría en Finanzas del I.T.A.M.

A.R.G. y E.V.A.

Verano 1995.

CAPÍTULO I

LAS OPCIONES EN EL ENTORNO DE LOS PRODUCTOS DERIVADOS.

En el afán por discernir acerca del funcionamiento de los títulos opcionales, es necesario comprender el panorama en el cual han sido desarrollados. Generalmente estos han surgido como alternativas de inversión que permiten al inversionista graduar la relación riesgo-rendimiento que desea asumir. No obstante, es necesario identificar los distintos tipos de riesgo a los que, financieramente, se puede encontrar expuesto. Los títulos opcionales forman parte de un tipo especial de valores conocidos como *productos derivados*, los cuales son una familia de instrumentos financieros cuya principal característica es que están vinculados a un valor subyacente o de referencia. Los productos derivados surgieron como instrumentos de cobertura ante fluctuaciones de precios en condiciones de elevada volatilidad.

El auge de estos productos a nivel internacional es reciente, presentándose su principal desarrollo en los Estados Unidos, Canadá, el Reino Unido y Japón. Actualmente en México, no se cuenta con un mercado integral de productos derivados, es por ello que el capítulo en buena medida refiere las ventajas de cada uno de los contratos de derivados, así como los beneficios que otorgan de manera global a los mercados, tanto al mercado del bien de referencia (conocido como mercado al contado) como al del derivado. No fue sino hasta el 21 de octubre de 1992 que la Comisión Nacional de Valores (CNV) permitió la operación de Títulos Opcionales (Warrants) listados en el Mercado de Valores, acción que fue encaminada como la primera fase para instaurar un mercado de opciones y, posteriormente, para introducir un mercado de productos derivados. También en este capítulo, tendremos la oportunidad de vislumbrar las expectativas que los productos derivados presentan en nuestro país bajo la modernización e internacionalización en que se encuentra inmersa la BMV, cediendo la pauta para que dicho mercado sea cada vez más abierto y competitivo, a la vez que fortalece la inversión en valores de empresas mexicanas.

1.1 Antecedentes

Desde los años setenta el Sistema Financiero Internacional ha pasado por varias dificultades, sin pasar por alto las que se vivieron durante la década de los sesenta, al entrar a la época de la guerra fría y la crisis petrolera, los mercados han experimentado una gran

inestabilidad en la negociación de la mayoría de los instrumentos financieros, ante lo que las distintas instituciones han visto aumentar su exposición al riesgo.

Desde el final de la Segunda Guerra y hasta mediados de la década de los 70's, el Sistema Monetario Internacional que regía era el sistema de patrón de cambios-dólar, mejor conocido como Sistema Bretton Woods, en el que se establecía fundamentalmente tomar al dólar estadounidense, e indirectamente al oro, como unidad de cuenta. El dólar norteamericano era la divisa de reserva internacional, convertible en oro a un tipo fijo de 35 USD/oz, mientras que las divisas de los países restantes fijaron su convertibilidad conforme al dólar y, por lo tanto, también contaban con un valor en oro. Asimismo, se permitía que el tipo de cambio fijo presentara la posibilidad de fluctuaciones de $\pm 1\%$, aunque excepcionalmente se consintiera que dicha fluctuación fuese mayor como respuesta a desequilibrios prolongados, previa autorización del Fondo Monetario Internacional (FMI), mismo que fue establecido como un organismo central de vigilancia y control del Sistema.

Sin embargo, el Sistema Bretton Woods se enfrentó a los primeros obstáculos serios a fines de la década de los sesenta, cuando la cantidad de dólares en circulación comenzó a exceder su demanda debido, por una parte a que los países que en un pasado adquirían bienes y servicios de Estados Unidos, comenzaron a producirlos y a dejarlos de importar; y por otra parte, al gasto excesivo del gobierno de EU -por las exigencias de defensa ante la Guerra Fría y el conflicto de Vietnam, aunado al aumento de gastos en programas de carácter social- así como por la escasez de la demanda internacional por dólares como moneda de reserva. Además era necesario invertir más dinero en extraer el oro, lo que hacía aumentar su costo, hecho que se sumó a la demanda creciente del metal para usos particulares. Ante ello, el gobierno de E.U. no pudo mantener su capacidad de conversión, por lo que algunos países europeos ajustaron la paridad de sus divisas (vía revaluaciones y regímenes cambiarios flotantes) respecto al dólar.

Como parte de la nueva política económica del presidente Nixon, en agosto de 1971, se anunció que el Tesoro de los Estados Unidos suspendería definitivamente la conversión de dólares en oro y, como forma de devaluación indirecta, se impuso una sobretasa del 10 por ciento sobre todas las tarifas ya existentes en el ámbito de la importación. Este esquema sólo duraría dos meses, hasta diciembre de 1971, cuando las principales economías del mundo (capitalistas) deciden incrementar el precio expresado en dólares del oro y establecer nuevas paridades cambiarias, haciéndolo constar en el llamado Acuerdo *Smithsonian*, mismo que de hecho no formulaba reformas radicales, sino sólo ligeros retoques al Sistema.

Sin embargo, tal convenio sólo perduraría poco más de un año. Pues, cuando al inicio de 1973, Alemania y otros países se vieron en la necesidad de flotar sus monedas en virtud de que los ataques especulativos contra el dólar continuaron, era más que evidente que el Sistema Bretton Woods se colapsaba.

Posterior al colapso del sistema monetario con sus tipos de cambio fijos, a finales de 1973 la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) decretó su embargo petrolero a los países de occidente, lo que ocasionó que los precios del petróleo subieran hasta 400 por ciento. Ante toda esta gama de acontecimientos, se generó como resultado volatilidad en los mercados financieros; no obstante, esta época también fue caracterizada por los impresionantes avances en tecnología de comunicaciones y computación, mismos que incentivaron el drástico aumento en el volumen de las operaciones financieras y, más particularmente, el desarrollo de los productos derivados.

En la actualidad el Sistema Monetario Internacional se rige por una flotación generalizada¹ de las monedas en un entorno de volatilidad continua.

Y es precisamente el factor volatilidad lo que ha motivado a las diversas instituciones financieras a buscar formas para minimizar los riesgos a que se encuentran expuestas, entre otros, riesgos de orden cambiario, de variación en el precio de las acciones de los distintos tipos de crudo u otras mercancías, etcétera.

De ahí que varias bolsas y bancos se dedicaran a desarrollar productos que permitieran una reasignación más eficiente del riesgo, con lo cual se impulsó el mercado de los productos derivados.

Los Productos o Instrumentos Derivados se clasifican en cuatro figuras básicas: contratos adelantados (*forwards*), futuros (*futures*), opciones (*options*) y canjes (*swaps*). Los participantes del mercado que se encargan de minimizar riesgos suelen utilizar alguno de ellos preferentemente, o cambian de uno a otro, e incluso los utilizan de manera simultánea conformando paquetes complejos.

Los contratos sobre Instrumentos Derivados tienen aparentemente una larga historia, pero su institución como tal fue desde que se introducen en las principales bolsas del mundo, a partir de 1972. El Contrato de Futuros fue con el que se inició la negociación de los instrumentos derivados, y no fue sino hasta la década de los ochenta cuando este tipo de contratos diversificó de manera importante su operación, pues la gran mayoría de ellos únicamente se venían refiriendo a granos y mercancías básicas. Las opciones sobre acciones que se comercian en bolsa aparecieron en 1973, aunque la utilización de opciones sobre divisas y tasas de interés no se dio sino hasta mediados de la siguiente década. El primer swap de divisas y el primero de tasas de interés fueron negociados en 1981, sin embargo, fue hasta 1985 cuando la Asociación Internacional de Corredores de Swaps (*International Swap Dealers Association*), mejor conocida como ISDA, emitió un código para estandarizar los términos sobre los acuerdos de swaps de divisas y de tasas de interés. También en este año, el mercado de adelantados del peso mexicano/USD que había venido comercializándose activamente desapareció, debido a que el gobierno mexicano prohibió las transacciones que incluían liquidaciones con moneda nacional en el extranjero. No obstante, en 1987 se hace patente la necesidad de dotar al inversionista mexicano de una alternativa que le permitiera protegerse en contra del riesgo, en este caso del riesgo cambiario. Y en ese momento el Banco de México (Banxico) crea el Mercado de Coberturas Cambiarias a Corto Plazo, el cual se desempeña de forma similar al mercado de adelantados con la salvedad de que los contratos de coberturas cambiarias se liquidan en efectivo y en moneda nacional, y no con la entrega física de la divisa.

En el año de 1989, Banque Paribas emite el primer swap de cobre, particularmente importante para el mercado nacional debido a que involucraba a Mexicana de Cobre como una de las partes. Posteriormente, en 1991, se comenzó un proyecto para establecer un mercado de futuros agrícolas, que daría un fuerte impulso a la operación integral de uno de derivados; sin embargo, a cuatro años de dicho proyecto, éste no se ha consolidado. No obstante, los planes no se quedaron ahí y en noviembre de ese mismo año, se concluyó el estudio de factibilidad para establecer un mercado de productos derivados en México. En diciembre, este estudio fue

¹ Con sus distintas modalidades, tales como: régimen de tipo de cambio flotante, régimen de tipo de cambio fijo, régimen de flotación manejada y régimen de deslizamiento controlado.

² A lo largo del trabajo de investigación utilizaremos el término en inglés, debido a la familiaridad y facilidad con que éste es manejado.

presentado a la Junta de Gobierno de la Comisión Nacional de Valores (CNV), en donde se recomendaba la instrumentación por etapas del mercado de derivados. La Junta de Gobierno aprobó el proyecto en enero de 1992 y en ese mismo mes se constituye el Comité de Productos Derivados. Como resultado de los trabajos y de la propuesta de iniciar el desarrollo de un mercado de derivados con la operación de opciones, se instituyen las disposiciones para la negociación de los llamados Warrants Listados o Títulos Opcionales en junio. Finalmente, al mes siguiente la CNV aprobó las disposiciones de carácter general aplicables a estos instrumentos y las modificaciones procedentes a las circulares complementarias para su puesta en marcha en el mes de octubre.

Por lo tanto, el manejo de estos títulos derivados en nuestro país representa un ámbito relativamente nuevo, no obstante, la experiencia en esta materia de países tales como Estados Unidos, Canadá, Reino Unido y Japón, refiere las expectativas potenciales de estos instrumentos en el medio bursátil.

1.2 Riesgo Financiero

A pesar de que el concepto de riesgo es muy amplio, el presente trabajo sólo se enfocará al riesgo implicado en las operaciones financieras. Así, y antes de continuar con su estudio, mencionaremos conceptos introductorios relativos a las oportunidades de inversión y a los inversionistas, pues son ellos quienes asumen o muestran aversión al riesgo.

El **rendimiento** es una medida cuantitativa de la productividad de la inversión, pues representa el porcentaje de incremento de los recursos del negociante financiero como resultado de una transacción realizada. Una característica fundamental que presentan los inversionistas es su afán por incrementar sus bienes. Lo cual se traduce en la obtención del mayor rendimiento posible, sin embargo generalmente las mayores ganancias se ven acompañadas por los mayores niveles de riesgo. Y los inversionistas son capaces de identificar las inversiones dependiendo de sus niveles de riesgo gracias a la competitividad natural y a la especulación de los mercados financieros.

1.2.1 Concepto de Riesgo Financiero

En términos financieros, el **riesgo** es la posibilidad de que el rendimiento esperado de una inversión no se realice. Lo cual dependerá de que los parámetros que intervienen en la estimación de ganancias (pérdidas), no coincidan exactamente con el valor previsto que se les confirió.

El **riesgo** se puede considerar como un evento incierto en el sentido de que no se sabe con certeza si ocurrirá. El riesgo se refiere a una situación, posición o elección involucrada con una posible pérdida. El concepto de riesgo y, por lo tanto, el de exposición, son muy cercanos a la idea de un resultado, el cual puede ser probable pero no necesariamente cierto.

Cada inversionista tiene sus propias preferencias de riesgo, algunos son más tolerantes que otros respecto al riesgo que asumen. Es aquí donde surgen características preferenciales como la *aversión* y la *neutralidad al riesgo*, donde la primera se refiere a la repulsión del inversionista frente al riesgo y se da por hecho que no asumirá más riesgo sin un rendimiento adicional; y la última, alude a la peculiaridad de mostrarse indiferente hacia la incertidumbre.

El rendimiento adicional que se espera recibir por asumir un riesgo se llama *prima de riesgo*.

El mínimo rendimiento que se otorga a las inversiones bajo condiciones de riesgo cero se conoce como la *tasa libre de riesgo* (*risk-free rate*) y es, propiamente, el costo de oportunidad de la inversión.

De esta forma, el retorno esperado de una inversión se compone por:

- La tasa libre de riesgo.
- La prima de riesgo, considerándose como el exceso de retorno esperado sobre la tasa libre de riesgo.

Aunque aún no identificamos cómo es medido el riesgo, no obstante son bien conocidas medidas tales como la desviación estándar y la beta en su proceso de valuación. Sin embargo, por el momento sólo recalcaremos como punto importante la proporción directa entre el riesgo y el rendimiento, conocida como *relación de riesgo/rendimiento*, la cual surge como tal cuando los inversionistas buscan maximizar sus ingresos bajo niveles mínimos de riesgo. Lo anterior puede observarse cuando una acción aumenta de valor y adquiere un mayor nivel de riesgo, ante lo que algunos inversionistas encontrarán su posesión muy arriesgada y la venderán, repercutiendo con ello en su baja. Entonces, nuevos inversionistas sobre la acción buscarán percibir mayores ingresos pagando, como primera instancia, un menor precio.

Dentro de la teoría de portafolios, que estudia la relación entre el rendimiento esperado y el riesgo de acciones y de sus carteras, existen 2 tipos de riesgos:

- Sistemáticos
- No sistemáticos

El *riesgo no sistemático*, o también llamado específico, es el riesgo asociado con la incertidumbre de los activos individuales. Por lo que, la configuración de un portafolio bien diversificado³ puede eliminar casi por completo este tipo de riesgo. Luego entonces, aunque el inversionista abrace un riesgo no sistemático, no podrá esperar ganancias adicionales por ello. En contraste, el *riesgo sistemático* no puede ser diversificado, pues aumenta en base a la correlación entre los retornos de la inversión y los retornos del mercado de capitales. Generalmente el inversionista espera que sus rendimientos sean superiores a la tasa libre de riesgo, puesto que se encuentra sobrellevando cantidades positivas de riesgo sistemático. De igual forma, ese mismo inversionista sabe que, llegado el momento, deberá aceptar un rendimiento esperado menor a la tasa libre de riesgo cuando el riesgo sistemático de su inversión sea negativo. Es importante mencionar que el rendimiento esperado de un título o de una cartera depende principalmente del riesgo sistemático, por lo que si el riesgo específico no es eliminado vía diversificación de la

³ Entendiendo la diversificación simplemente como no colocar todos los huevos en una sola canasta, ya que de esta manera el portafolio conformado sería relativamente insensible a los movimientos individuales de las acciones al compensarse los movimientos, es decir, con el alza presentada en algunas acciones y la baja de otras.

cartera, se estará corriendo un riesgo no remunerado. De tal manera que si se quiere la protección de una cartera eficiente sólo deberemos enfocarnos a cubrir su riesgo sistemático, lo que es posible lograr a través de los instrumentos derivados, mismos que posteriormente serán citados.

Asimismo, es importante recalcar que los mercados financieros son muy efectivos al discriminar a las empresas en base a sus niveles de riesgo, de tal forma que las compañías con un riesgo bajo encontrarán fácil adquirir capital a bajo costo, mientras que las firmas consideradas de alto riesgo tendrán problemas para adquirirlo, aunado al hecho de que los costos serán muy altos.

Entonces, como ya se mencionó, el riesgo representa el costo de la incertidumbre. Si el resultado probable es una ganancia o un valor neutral, entonces no se habla de riesgo, sino de oportunidad. Sin embargo el riesgo y la oportunidad están relacionados, ya que no hay una significativa ganancia si no se está en presencia de riesgo.

Para que las instituciones tengan un manejo eficiente de sus riesgos, primeramente deberán cuantificarlos, es decir, medir el grado de exposición de sus resultados y su solvencia. Esta relación que existe entre las variaciones en el valor de la institución, propiamente el valor presente de sus flujos esperados en el futuro, y las variaciones en el precio financiero constituye su *perfil de riesgo*. Como referencia, diremos que existen principalmente dos modelos para la cuantificación del riesgo: el modelo *GAP* y el de *DURATION*.

Una vez cuantificado el riesgo, la institución puede hacer uso de diversas herramientas para controlarlo. Es así, como surgen instrumentos y técnicas que, si bien no eliminan por completo la presencia de riesgo, por lo menos sí reducen considerablemente su exposición. Entre otras mecánicas se tienen: la optimización (minimización) de funciones de riesgo a través de la Investigación de Operaciones, la formación de carteras eficientes empleando la Teoría de Selección de Portafolios de Harry Markowitz o mediante los Modelos de Valoración de Activos Financieros (CAPM) y Teoría del Mercado de Capitales, la inmunización del portafolio manejando posiciones contrarias en *duration* y, muy especialmente, el empleo de contratos de derivados.

La naturaleza social de las operaciones de las instituciones financieras, requieren que se cuente con ciertas condiciones especiales de funcionamiento y solvencia, con el fin de garantizar el nivel de bienestar económico de todos los participantes: oferentes, intermediarios y demandantes. Bajo este marco, es de especial importancia distinguir los principales riesgos que enfrentan las empresas del sector, con el fin de que se brinden mayores elementos para el análisis e implantación de nuevos instrumentos financieros, incluyendo a los productos derivados, que permitan reducir los niveles de incertidumbre y, con ello, disminuir la probabilidad de insolvencia provocada por fluctuaciones en el valor de las inversiones de las empresas.

Así, por ejemplo, cuando las instituciones bancarias y financieras manejan sus fondos invirtiendo en instrumentos de renta fija, se están exponiendo a un riesgo de tasas de interés, ya que un aumento en éstas disminuiría el valor de los instrumentos adquiridos. Una exposición al riesgo similar se encuentra en las variaciones del tipo de cambio ante posiciones de la institución denominadas en moneda extranjera. Finalmente, cambios en los precios de algunos bienes o mercancías pueden afectar el valor de las instituciones financieras cuando poseen obligaciones de compañías que las producen, en la medida que los cambios adversos afecten el valor de dichas empresas. Estos y otros riesgos son clasificados generalmente en dos tipos: *exógenos* e *intrínsecos*, los cuales se definirán en los siguientes apartados.

1.2.1.1 Riesgos Exógenos

Los riesgos cuya observación se encuentra fuera del alcance del participante financiero, cualquiera que fuese su dimensión y, no obstante, sean susceptibles de ser cubiertos, se les denomina **riesgos exógenos**. Este tipo de riesgos puede clasificarse, principalmente, en:

- Riesgo de tasas de interés.
- Riesgo de variación de precios.
- Riesgo cambiario.

Riesgo de Tasas de Interés

Es el riesgo originado por la posibilidad de variaciones de los tipos de interés, con lo cual, la inversión se verá afectada en proporción directa con su periodo de vida, es decir, que cuanto más dure dicha inversión, mayor será su riesgo de tasas de interés. Así, por ejemplo, la adquisición de un Bono del Tesoro a tres años es menos arriesgada que la adquisición del mismo instrumento a 10 años, puesto que es más fácil que la tasa de interés del mercado varíe más veces a lo largo de diez años que durante un periodo de tres.

Como la relación entre el precio de un instrumento, su plazo y su tasa de interés es compleja, medir el riesgo de tasas de interés también se vuelve una tarea difícil. La medida comúnmente utilizada para esto es el *valor puntual base*, que mide la sensibilidad del precio del instrumento por cada punto base⁴ de cambio en la tasa de interés. Este indicador incluye el concepto de *duration*, que es una medida del vencimiento promedio de los flujos de caja del instrumento. Una alternativa que también se emplea para dicho efecto, es un cálculo más complicado que considera ese mismo valor puntual base como el valor puntual de la pendiente.

Un fenómeno en el que claramente se observa la importancia de considerar el riesgo de tasas de interés, es la afectación de las decisiones financieras como consecuencia de cambios en la tasa de interés a corto plazo, lo cual comúnmente ocurre con:

- Carteras de valores que incluyen una parte de sus activos financieros con vencimientos a corto plazo, ya sea como política de diversificación, por la necesidad de liquidez, por imperativo legal, etc.
- Flujos de caja futuros que deban ser invertidos a corto plazo, que no son necesariamente distintos de las operaciones de reinversión del producto de inversiones a corto plazo.
- Activos financieros con tasa variable (referenciados a CETES, CPP, LIBOR, etc.) que son, desde el punto de vista de los flujos de caja, equivalentes a los de más corto plazo en función del periodo de revisión de dicha tasa.

⁴ Un punto base es igual a un centésimo de porcentaje, esto es, $1pb = 0.01\% = 0.0001$.

La idea básica de establecer una cobertura, contra este tipo de riesgo y otros más, es la de adoptar posiciones compensatorias para la posición al contado. Es decir, si se tiene el riesgo de baja en las tasas de interés, con lo cual el precio del instrumento de deuda se elevaría, acarreando mayores gastos de los esperados para su adquisición, el objetivo sería adquirir una posición que registrara ganancias cuando disminuyeran las tasas de interés, y las menores pérdidas cuando éstas subieran.

Como es sabido, la relación entre el precio del instrumento de deuda y las tasas de interés es inversamente proporcional, lo cual se puede verificar de inmediato en la fórmula:

$$P = \frac{N}{1 + i \frac{m}{360}}$$

donde

P	Precio del instrumento de deuda
N	Valor nominal
i	Tasa de rendimiento anual
m	Número de días al vencimiento

La cual resume la idea de que el precio del instrumento equivale a su valor nominal descontado, o lo que es lo mismo, traído a valor presente.

Por ejemplo, en el caso de que se estuviera en un entorno de curvas positivas de rendimiento, esto es, que los rendimientos de las emisiones a largo plazo son mayores que los de las emisiones a corto plazo: una institución bancaria, que comúnmente administra pasivos de relativamente corto plazo para convertirlos en inversiones de relativamente largo plazo, incurriría en el riesgo de aumentos en las tasas de interés como consecuencia del encarecimiento que experimentaría el valor de sus pasivos en relación con sus activos. Ello debido a la relación inversa precio-rendimiento, con lo cual una vez incrementadas las tasas, los pasivos de corto plazo y con un rendimiento menor tendrían un precio mayor, mientras que los activos de mayor plazo, verían disminuir su cuantía en virtud de su mayor rendimiento.

Riesgo de Variación de Precios

A nivel conceptual, es muy sencillo identificar el riesgo de variaciones en el precio de instrumentos de deuda, de inversión, de tipos de cambio⁵, de instrumentos de cobertura, de mercancías, etc. En los periódicos fácilmente pueden consultarse las cotizaciones de una gran variedad de instrumentos, y de la misma manera, se puede advertir que dichos precios varían continuamente, e inclusive, si tuviéramos la oportunidad, ya no de estar en un piso de remates o en una mesa de operación, sino de contar con algún sistema de información, como Reuters,

⁵ Nótese que aunque la variación en el precio del tipo de cambio es parte de esta definición, en virtud de su importancia se le confiere su propia denominación bajo "riesgo cambiario".

Quotron, Infosel, Notimex, Telerate, etc., podríamos notar las modificaciones que se están llevando a cabo en ese mismo instante, es decir, a *tiempo real*.

Cuanto más volátil sea el precio del instrumento financiero, mayor será la demanda de cobertura del mismo. Y la posición que sea adoptada para la cobertura deberá, en primera instancia, mantener una correlación estadística alta con la posición que se desea cubrir. La cobertura reduce el riesgo de manera que las ganancias (pérdidas) de la nueva posición contrarrestan las pérdidas (ganancias) de la posición que se tenía inicialmente, esto es, la cobertura tiene el efecto de cambiar el riesgo de posibles variaciones en el precio del activo que se posee por el riesgo de cambio entre los precios del activo que se posee y el activo que se adquirió como cobertura. Sin embargo la cobertura, al eliminar parte o la totalidad del riesgo de la operación, también elimina en gran medida la posibilidad de realizar ganancias.

Riesgo Cambiario

Es el riesgo derivado de variaciones en el tipo de cambio cuando la naturaleza de las operaciones tiene lugar en moneda extranjera. En realidad el riesgo cambiario relevante es precisamente el que afecta las ganancias netas sobre la posición total, y no sobre las operaciones de manera individual, mismas que pueden verse afectadas particularmente pero que en conjunto pueden equiparar sus niveles de riesgo.

Por ejemplo, cuando las empresas adquieren deuda en una divisa distinta a la de su país están expuestas a alzas en el tipo de cambio que las relaciona, debido a que un aumento de éste incrementaría automáticamente sus egresos por concepto de la cantidad adeudada, observándose el caso contrario para el acreedor. No obstante, si esas mismas empresas también asumieran posiciones de acreedor, podrían neutralizar ese riesgo cambiario.

En el caso de México no se cuenta con tipos de cambio directos peso/divisa, empleándose para dicho efecto el tipo de cambio cruzado: divisa/dólar, peso/dólar; y mucho menos con contratos adelantados peso/divisa en virtud del decreto gubernamental de 1985, sin embargo se puede calcular el tipo de cambio adelantado peso/divisa implícito haciendo uso de los contratos del Mercado de Coberturas Cambiarias y de los contratos adelantados dólar/divisa.

Por ejemplo, en enero una empresa de importación mexicana tiene conocimiento que en febrero tendrá que liquidar un pedido a una firma española por la cantidad de 100 millones de pesetas. En este caso el riesgo cambiario que podría afrontar dicha empresa sería el incremento en el tipo de cambio peso/peseta, o lo que es lo mismo, una baja en el tipo peseta/dólar y un alza en el tipo peso/dólar. Los tipos al contado se conocen y son:

124.85 pt/dólar y 3.33 peso/dólar

Ahora bien, la forma de cubrir el alza en el tipo peso/dólar es, debido a la ausencia de contratos adelantados en México, adquirir una cobertura cambiaria por el periodo de la transacción, es decir, un mes. Sin embargo, como en los contratos de coberturas se paga una prima por adquirir dicho instrumento, misma que en teoría representa el valor presente sobre la devaluación esperada del peso en el mercado durante el periodo comprendido en el contrato, y como dicho valor, al igual que el tipo de cambio *spot* y el mismo periodo, son conocidos, podemos encontrar

el tipo de cambio adelantado implícito del peso/dólar a partir de la fórmula del precio de una cobertura:

$$C = \frac{F - T}{1 + i \frac{m}{365}}$$

donde

C	Prima del contrato de cobertura
T	Tipo de cambio al contado actual (<i>spot</i>)
i	Tasa de interés anual en pesos del mercado
m	Periodo cubierto en el contrato (en días)
F	Tipo de cambio esperado a n días

por lo tanto

$$F = T + C \left(1 + i \frac{m}{365} \right)$$

Si suponemos que actualmente la prima de una cobertura cambiaria a un mes cuesta 18 pesos (0.018 nuevos pesos) y que la tasa de CETES a 30 días se cotiza al 11% anual. Entonces, considerando el tipo de cambio *spot* anterior, se tendría un tipo de cambio esperado de:

$$F = 3.33 + 0.018 \left(1 + 0.11 \frac{30}{365} \right) = 3.3482$$

Lo anterior significa que el mercado espera que el tipo de cambio peso/dólar dentro de 30 días se cotice en 3.3482.

Luego, si se tiene que el tipo de cambio adelantado pt/dólar a 30 días se encuentra en 122.5 pt/dólar, entonces el tipo de cambio adelantado implícito peso/pt a 30 días sería:

$$(3.3482 \text{ pesos/dólar}) / (122.5 \text{ pt/dólar}) = 0.03 \text{ pesos/pt}$$

De ahí que el riesgo cambiario esperado de la empresa por la cantidad adeudada sea de:

$$(0.03 \text{ pesos/pt}) (100 \text{ pt millones}) = 3 \text{ millones de pesos}$$

1.2.1.2 Riesgos Intrínsecos

Los **riesgos intrínsecos** son aquéllos que se tienen por la naturaleza misma de la actividad productiva, y no son susceptibles de cobertura.

Entre esta clase de riesgos se encuentran: el riesgo de liquidez, el riesgo crediticio, el riesgo de insolvencia, el riesgo de producción, etc. El *riesgo de liquidez* se refiere a la incapacidad de mantener el equilibrio del activo cuando se realiza su compra-venta en grandes cantidades. Por ejemplo, los bancos reúnen fondos de una gran variedad de unidades relativamente pequeñas, para compactarlas y otorgar préstamos grandes a otras unidades. De esta manera, dichos bancos están incurriendo en un riesgo de liquidez, toda vez que están expuestos a retiros de depósitos no coordinados. El riesgo de liquidez también se presenta cuando, en la fecha de vencimiento del contrato de futuros, es imposible encontrar en el mercado financiero de contado un activo entregable al comprador del contrato de futuros. Lo cual puede deberse a procesos de acaparamiento que vacían el mercado de un determinado producto, teniendo como resultado que el precio del mismo se eleve a niveles considerables.

Un riesgo de particular importancia es el *riesgo crediticio* o de insolvencia, que a su vez puede subdividirse en diversos riesgos, tales como:

- Riesgo de producción.
- Riesgo de desfase de flujos de efectivo. Cuando los ingresos y egresos no son compensados o no registran una correspondencia adecuada.
- Riesgo país o riesgo soberano. Es evaluado por empresas calificadoras en base a la situación macroeconómica del país y determina, en buena medida, el flujo de inversiones extranjeras.
- Riesgo de prepago. Aquél al cual está sujeto un instrumento que tiene una cláusula u opción de pago anticipado que el deudor puede ejercer, y efectivamente lo hace.
- Riesgo que representa el acreditado, etcétera.

No obstante, dichos riesgos pueden transferirse a través de estructuras innovadoras de créditos, distribuyéndolos a entidades dispuestas a asumirlos explícitamente por un precio.

El riesgo de insolvencia surge cuando la contraparte de un contrato incumple su obligación financiera. No obstante, este tipo de riesgo se puede limitar en virtud de la existencia de los depósitos en garantía que exige la S.D. Ineval, la cual es la institución encargada de la custodia, compensación, liquidación y transferencia computarizada de valores, así como la responsable ante cada uno de los agentes del mercado; y también por el proceso diario de ajuste al mercado (*mark to market*). La S.D. Ineval maneja las ganancias y las pérdidas diarias como márgenes o diferencias, de tal manera que liquida diariamente las pérdidas o beneficios a las partes de los contratos. Por ejemplo, si un inversionista A compra un contrato para obtener £25.000 de un vendedor B a un precio de \$ 46,250 y, por otra parte, surge un inversionista C que desea comprarle las £ 25.000 que tendrá A a un precio de \$ 47,500, esta Institución compensará

la operación evitándose costos y pagando directamente a A el beneficio real de su operación, o sea, \$ 1,250. Además de que este ajuste evita costos para las partes, influye positivamente en la liquidez del inversionista.

Las instituciones bancarias son intermediarias por excelencia de riesgo crediticio, ya que otorgan préstamos relativamente más riesgosos a acreditados, con fondos adquiridos a través de la emisión de valores (de deuda o de depósito) relativamente menos riesgosos y más líquidos, de ahí que en sus tasas activas cobradas a cada acreditado se refleje la exposición por cada riesgo adquirido.

Es importante mencionar que mientras el riesgo crediticio sólo aumenta de manera importante en la medida en que lo hace la posibilidad de incumplimiento de la contraparte, el riesgo de mercado lo hace conforme la posibilidad de que las variables económicas, sean tasas de interés, tipos de cambio, etc., se muevan en dirección tal que la posición de la institución financiera se vea con ello afectada. Es así, que este tipo de riesgos pueden ser inmunizados mediante contratos de cobertura, mientras que el riesgo crediticio difícilmente, sino imposible, puede llevar el mismo tratamiento.

A continuación nos introduciremos propiamente en la administración de los riesgos mencionados, particularmente de los exógenos, a través de productos financieros de amplia flexibilidad de uso que, asimismo, permiten la construcción de estrategias de cobertura en función de la preferencia y aversión al riesgo por parte del inversionista.

1.3 Instrumentos Derivados

Desde la década de los 70's y, en mayor medida a partir de los derrumbes bursátiles de 1987, los mercados financieros internacionales visualizaron la necesidad de protegerse contra el fenómeno de la volatilidad. Así, comenzó a generalizarse el uso de instrumentos de cobertura, hecho que en la última década vio experimentar en el Sistema Financiero Internacional una acelerada evolución, caracterizándose por la globalización y modernización de los mercados.

La profunda transformación de los mercados de dinero y capitales, ha motivado que las operaciones que se llevan a cabo sean cada día más complejas, exigiendo a las instituciones participantes contar con la infraestructura más moderna que les permita captar e invertir recursos en las mejores condiciones de costo y plazo, y controlar eficientemente el riesgo al que están expuestas en todas las transacciones realizadas.

De ahí el desarrollo de los instrumentos derivados, que se identifican directamente con operaciones de cobertura, es decir, con la adquisición de protección contra un movimiento adverso del precio, de tasa de interés o del tipo de cambio. Su denominación como **instrumentos** o **productos derivados** obedece a que se trata de contratos financieros cuyo valor depende del valor de uno o de la combinación de varios activos financieros, también llamados *activos primarios* o *subyacentes*. Como es el caso de los derivados referidos sobre índices bursátiles, que representan una mezcla o canasta de bienes subyacentes. En otras palabras, el valor de los instrumentos en cuestión se deriva y asocia directamente a otro instrumento del mercado, teniendo como propósito primordial la transferencia de los riesgos de precios asociados a

fluctuaciones en el valor de los activos. En este sentido, la cobertura tradicional consiste por ejemplo en tomar una posición en contratos adelantados o en futuros de igual monto pero opuesta a la posición en el mercado al contado, para compensar la pérdida en esta última con la ganancia en la posición en contratos adelantados o en futuros, y viceversa. Entendemos por *mercado al contado*, aquél en el que se negocia el bien primario. Los bienes subyacentes pueden ser casi cualquier instrumento o valor, aunque generalmente se trata de:

- Acciones
- Índices de precios (Por ejemplo: índices accionarios, índices de precios al consumidor, etc.)
- Divisas
- Contratos de Futuros
- Certificados de Tesorería, Bonos y Pagarés del Tesoro

Los instrumentos derivados se dividen fundamentalmente en cuatro productos: las **Opciones**, los **Swaps**, los contratos de **Futuros** y los contratos de **Adelantados**, que frecuentemente son eliminados de la clasificación por su semejanza con los futuros. Casi todos los demás productos derivados pueden sintetizarse mediante distintas combinaciones de éstos y otros activos financieros.

El contrato de **Futuros**, así como el de **Adelantados**, son instrumentos que otorgan a su tenedor, el derecho de reclamar un valor o monto específico del bien subyacente en la fecha de vencimiento del contrato. Los **Swaps** se llevan a cabo mediante el acuerdo de dos emisoras que se obligan a intercambiar las especificaciones que se establezcan sobre el o los bienes subyacentes. Y las **Opciones** confieren a su tenedor el derecho de entregar (en el caso de venta) o recibir (en el caso de compra) un activo primario a un precio y fecha previamente especificados. Aunque a simple vista todos parecerían lo mismo, en los puntos subsiguientes se abordarán con detalle las características de cada uno de ellos para aclarar cualquier hesitación.

1.3.1 Contratos de Títulos Opcionales

El **Título Opcional** que es la manera formal de referirse en nuestro país a una *Opción* o *Warrant*⁶, es un contrato celebrado entre dos partes, en donde una de ellas se encuentra obligada a garantizar un derecho a la otra, decidiendo únicamente ésta si lo hace efectivo o no.

Con frecuencia nos encontramos con algún tipo de opción en nuestra vida diaria. Por ejemplo supongamos un agente de ventas, que por lo regular hace viajes en autobús a la Ciudad de Chihuahua, se entera que TAESA ha decidido disminuir sus tarifas al grado que igualan a las de la línea de autobuses. Ante ello, decide comprar el boleto de avión para su viaje del día siguiente. Sin embargo, en el mostrador de la aerolínea le notifican que el vuelo está saturado, no obstante, por la demanda se programó otro vuelo para la misma fecha y “posiblemente” con la

⁶ Ulteriormente esclareceremos que de hecho sí hay diferencias mínimas en dichos términos.

misma tarifa. Por lo que nuestro agente de ventas *opta* por hacer una reservación. De esta forma, él es ahora poseedor de un Título Opcional de tipo "compra", en el que tiene el derecho de adquirir el boleto de avión de cumplirse las expectativas de tarifa económica, en cuyo caso el agente estará ejerciendo la *Opción*; y de lo contrario, adquirirá el boleto del autobús, dejando expirar su derecho.

Ahora figúrese el caso de un campesino que constantemente se encuentra con la problemática de obtener precios bajos por su mercancía. Por fortuna el gobierno diseña un programa para garantizar a los campesinos un precio base. De esta forma, para la próxima cosecha el campesino podrá *optar* por vender su producto al gobierno, en caso de que dicho precio sea mayor que el de los intermediarios (mercado). Si así lo fuere, él podría ejercer su derecho de venderle al gobierno, eligiendo el precio que conviniere más a sus intereses. De este modo, el agricultor estaría ejerciendo un Título Opcional de tipo "venta".

En ambos ejemplos, la función que se distingue en la *opción* es el derecho de comprar o vender algo, mas no la obligación de hacerlo. No obstante, este derecho va acompañado de un costo, denominado *prima* o precio de la opción. En este sentido, los Títulos Opcionales son similares a los contratos de seguros, donde un individuo (comprador del instrumento) cubre sus expectativas de riesgo a cambio de una cantidad de dinero (*prima*) pagada a otro individuo o entidad, y esta última se obliga a retribuirle un monto convenido en caso de que las especificaciones del contrato lo ameriten.

Haciendo un poco de historia, existen registros de la Antigua Grecia que refieren la negociación de contratos parecidos a las opciones, siendo su precursor el filósofo Tales, quien a partir de pronósticos sobre cosechas de olivo, obtenía derechos de compra en el invierno y los ejercía en la primavera siguiente. También se sabe que en la época del Imperio Romano se realizaban acuerdos similares para la entrega futura de diversas mercancías.

Contratos aparentemente más semejantes a los actuales se dieron en los Países Bajos a mediados del siglo XVII, al efectuarse opciones sobre tulipanes. Sin embargo, una fiebre especulativa generó que fortunas enteras desaparecieran, motivando que las opciones fueran establecidas al margen de la ley. Algunos autores⁷ mencionan la existencia de un mercado organizado de estos instrumentos en Londres en el mismo siglo, sin embargo también citan que la especulación fue la causa de su paralización, misma que duró más de 200 años.

A finales del siglo XVIII reaparecen las opciones, ahora en los Estados Unidos y coincidiendo con el nacimiento de la Bolsa de Nueva York, conocida por sus siglas NYSE (*New York Stock Exchange*) en 1790, aunque cabe mencionar que en ese período contaron con una esporádica aceptabilidad. A principios del presente siglo, en 1934, surge uno de los primeros mercados de mostrador (*over the counter*) de opciones, cuando un grupo de empresarios estadounidenses organizó un comercio de opciones fuera de bolsa, cuyo funcionamiento dependía de la disposición de los participantes para negociar contratos particulares, todos ellos con características propias. Aunque este mercado extrabursátil era viable, experimentaba varias deficiencias. En primer lugar, no les otorgaba a los poseedores la oportunidad de vender las opciones antes de la fecha del vencimiento, lo que implicaba que estos contratos tuvieran muy poca o casi nula liquidez. Por otro lado, si la contraparte que celebraba el contrato se declaraba en bancarota, el contrato no se encontraba garantizado y, por tanto, los costos de transacción se elevaban.

7 Díez De Castro, L. y J. Mascareñas (1991), *Ingeniería Financiera*, McGraw-Hill, España, pp. 94.

En 1968, la Bolsa de Futuros de Chicago (*Chicago Board of Trade*), CBT, actualmente la más grande y antigua bolsa para negociar contratos sobre futuros, desarrolló un estudio para explorar las posibilidades de ofrecer contratos de futuros sobre acciones negociadas en bolsa. Para sorpresa de la CBT el resultado del estudio recomendó la utilización de opciones sobre acciones. De esta manera, en 1972 fueron cimentadas las bases para la operación de una bolsa de opciones en esa ciudad.

Al año siguiente, el 26 de abril de 1973, comenzó a operar el primer mercado moderno de opciones, la Bolsa de Opciones de Chicago (*Chicago Board Options Exchange*), CBOE, negociando en principio con 48 series de opciones de compra sobre 16 acciones que cotizaban en el índice de la Bolsa de Nueva York (*New York Stock Exchange*), NYSE.

Rápidamente, la CBOE se convirtió en una bolsa muy rentable, al grado de transformarse en la más exitosa en la historia de los mercados de capitales en Estados Unidos. Como un ejemplo, a finales de mayo de 1973, es decir a un mes de su inicio, ya se intercambiaban 16,222 contratos y, como muestra, en el mes de diciembre de 1983 se tuvieron 6,840,625. Buena parte del éxito de esta Bolsa se debió a la estandarización que realizó en los contratos, lo que repercutió, primordialmente, en los costos de transacción.

Debido al espectacular éxito observado por esta Bolsa fueron abiertas otras más que, al igual que la CBOE, obtendrían importantes niveles en pocos años:

- La Bolsa Americana (*American Stock Exchange*), AMEX 1975
- La Bolsa de Valores de Filadelfia (*Philadelphia Stock Exchange*), PHLX 1975
- La Bolsa de Valores del Pacífico (*Pacific Stock Exchange*), PSE 1976
- La Bolsa de Valores del Medioeste (*Midwest Stock Exchange*) MSE 1976

El auge de estas bolsas de opciones puede ser atribuido, entre otros aspectos, a las innovaciones que introdujeron, tales como las que se citan a continuación:

- *La Creación de un Mercado Secundario.* El cual dotó de gran liquidez al mercado, permitiendo su desarrollo a través de las funciones de la Cámara de Compensación⁸. Esto dio a los participantes del mercado la oportunidad de terminar su posición en cualquier momento del contrato, sin tener que esperar hasta el vencimiento como se venía efectuando.
- *La Introducción de una Cámara de Compensación.* Que, además de proporcionarle liquidez al mercado, ofrecía seguridad y garantía a los participantes, al tiempo que actuaba como comprador de cada vendedor y vendedor de cada comprador, eliminando el riesgo crediticio entre las partes.
- *La Estandarización.* La cual es uno de los puntos claves del auge y de la liquidez del mercado. El que los contratos negociados en Bolsa sean estandarizados, quiere decir que son uniformes e inmodificables en el tamaño, el bien subyacente y el plazo para el vencimiento, entre otros puntos.

⁸ La cual realiza funciones similares a las de la S.D. Indeval, pero en Estados Unidos.

Hasta ese entonces, las Bolsas sólo negociaban opciones de tipo compra, y fue hasta junio de 1977 que se comenzó a comercializar la modalidad de venta.

En 1982, la CBT lanza opciones sobre contratos de futuros referidos a instrumentos financieros, tales como Certificados de la Tesorería (mejor conocidos como *Treasury-Bills*), Bonos del Tesoro (*Treasury-Bonds*), etc. Estas opciones fueron aprovechadas por los participantes para cubrir su exposición al riesgo y mermar las violentas fluctuaciones que se venían presentando en las tasas de interés; sin embargo, otros más las utilizaron con fines especulativos. Poco después entraron en escena las primeras opciones sobre divisas y, contrario a lo que se pudiera pensar, éstas no fueron desarrolladas en Chicago sino en Filadelfia en la PHLX al comenzar con opciones principalmente sobre el yen, la libra esterlina, el marco alemán y el franco suizo.

En cuanto a Europa, en 1978 comenzaron a funcionar mercados de opciones en Londres y en Amsterdam. A los que siguieron en 1982 y en 1989, los mercados de opciones de Suiza y España, respectivamente. Este último se conoce como el *Madrid Options Financial Exchange*, MOFEX.

Tal como se había mencionado, la operación de Títulos Opcionales en México comenzó hasta octubre de 1992, iniciando con un par de emisiones, una de compra y una de venta. En los 10 meses que siguieron, cinco casas de bolsa emitieron 14 warrants; 11 de ellos fueron con respecto a series accionarias y los restantes sobre el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC); de las cuales trece fueron de compra y solamente uno de venta. A partir de entonces el mercado nacional de títulos opcionales (warrants) comenzó a incrementarse en volumen y número de emisiones.

Descripción de los Títulos Opcionales (Warrants)

Una **Opción** es el derecho, mas no la obligación de comprar o vender una cantidad determinada de un bien subyacente o bien de referencia, a un precio preestablecido y dentro de un periodo predeterminado. De esta forma, la persona o institución que *emite* una opción se obliga a otorgar dicho derecho al adquirente de la opción, llamado *tenedor*, a cambio de la prima correspondiente.

La connotación que se ha consentido en dar a los términos opción, título opcional y warrant, depende precisamente de la figura emisora, pues se ha generalizado la idea de que se trata de opciones cuando éstas han sido emitidas por inversionistas del medio bursátil referenciadas a casi cualquier bien subyacente aunado al hecho de que se consideran contratos estandarizados; y se denotan como warrants, cuando se trata de empresas que emiten opciones no estandarizadas sobre sus propias acciones. Esta calificación se da en los mercados extranjeros, no obstante, en México, aunque se distingue la modalidad de la emisión, todos los instrumentos son llamados indistintamente opciones, títulos opcionales o warrants. Si bien cabe aclarar que la normatividad del Sistema Financiero Mexicano sólo reconoce la negociación de títulos opcionales o warrants. No obstante, a lo largo del trabajo se nombrará opciones, títulos opcionales y warrants sin diversidad alguna, a menos que se especifique lo contrario.

Según la CNV, los **Títulos Opcionales** son “aquellos documentos susceptibles de oferta pública y de intermediación en el Mercado de Valores, que confieren a sus tenedores, a cambio del pago de una prima de emisión, el derecho de comprar o el derecho de vender al emisor un determinado número de acciones a las que se encuentran referidos (acciones de referencia), de un grupo o canasta de acciones (canasta de referencia), o bien de recibir del emisor una determinada suma de dinero resultante de la variación de un índice de precios (índice de referencia), a un cierto precio (precio de ejercicio) y durante un periodo o en una fecha establecidos al realizarse la emisión”⁹.

Por ejemplo, un inversionista con acciones de CEMEX desea garantizar un precio para cuando decida vender dichos valores. Si adquiere una opción de venta y paga la prima correspondiente, estaría adquiriendo el derecho de vender sus acciones a un precio fijo (precio de ejercicio) a un plazo determinado. Si el precio de las acciones de CEMEX bajase hasta el precio de ejercicio o por debajo de él, el inversionista no tendría de qué preocuparse ya que estaría protegido. Por otro lado, si el precio de las acciones se mantuviese por arriba del precio de ejercicio, la opción expiraría sin haberse utilizado y el inversionista sólo perdería la prima.

El monto de la prima está determinado por la “siniestralidad”, esto es, el precio del Título Opcional refleja la volatilidad del precio de la acción hasta el plazo de vencimiento y la relación entre el precio de ejercicio con el precio de mercado.

Ventajas

Si analizamos la perspectiva que ofrece el Mercado de Valores cuando sólo se cuenta con operaciones de contado, es decir sin la existencia de algún tipo de productos derivados, resultaría obvio pensar que el inversionista, al tomar decisiones de inversión, se enfrenta a alternativas extremas y al mismo tiempo limitadas, ya que solamente puede decidir entre invertir o no invertir, con todo el riesgo que ambas posiciones implican. Si suponemos en este caso la posibilidad de inversión, el inversionista enfrentará una pérdida si su decisión no es acompañada por la suerte y el título elegido llega a bajar demasiado en su precio. Para el segundo caso, cuando por razones de aversión al riesgo se abstiene de invertir, pese a que su propio análisis o el de su casa de bolsa le recomienda invertir en determinada acción con buenas perspectivas de alza, el inversionista se enfrenta a una pérdida virtual, ya que el rendimiento de dicho valor pudo haber sido una ganancia. Así que desde el punto de vista del inversionista, los productos derivados y, particularmente los Títulos Opcionales, resultan ser instrumentos financieros muy ventajosos al ampliar la gama de posibilidades de transacciones.

Los Títulos Opcionales permiten tomar una determinada posición para compensar el riesgo en una situación contraria; tal como tomar una postura de compra para cubrir una de venta o viceversa. Por ejemplo, un inversionista que anticipa una caída en los precios del mercado de su portafolio de inversión, pero sin deseos de deshacerse de él, podría adquirir títulos opcionales de venta. La depreciación que pudiera registrar su cartera por la caída del mercado se compensaría con la ganancia de venta al ejercer los títulos opcionales. Y si los precios de los valores que están en cartera se mantienen, o incluso aumentan, el inversionista conservará las ganancias de su

⁹ Comisión Nacional de Valores (1992). *Circular 10-157*. Disposiciones de Carácter General aplicables a los documentos denominados Títulos Opcionales (Warrants). CNV, México.

portafolio y, de esta manera, sólo perderá la prima invertida en el título opcional. El riesgo máximo que asume el inversionista o tenedor de los títulos opcionales es la pérdida total de la prima pagada, ya que, si para la fecha de su vencimiento no se han cumplido sus expectativas, puede decidir no ejercer su derecho sobre el título opcional, el cual expirará sin valor. Comparando, el nivel de riesgo para un título opcional se limita a la prima inicial de inversión; en cambio, si se invierte directamente en el propio valor de referencia, las pérdidas son desconocidas y pueden ser ilimitadas mientras se conserve el valor. Por esta reducción de riesgo, los títulos opcionales representan otra prerrogativa al ser utilizados como mecanismos de cobertura.

Otra de las cualidades que ofrecen los Títulos Opcionales es que permiten a los inversionistas realizar operaciones con apalancamiento financiero. El apalancamiento consiste en obtener un rendimiento mayor (o menor) que el del valor subyacente. En el caso de las opciones de compra, mediante el pago de una prima referenciada al precio del valor primario, se puede tener acceso a una mayor cantidad de valores de referencia; de esta forma, se beneficia de la totalidad de la apreciación de estos con una inversión inferior a la requerida para comprar directamente el mismo valor de referencia.

Por ejemplo. Un inversionista posee 10,000 acciones de APASCO que tienen un precio de NS\$20.05 (i.e., su patrimonio es de NS\$200,500). Si este inversionista se apalanca pidiendo prestados otros NS\$200,500 para comprar 10,000 acciones adicionales, su cartera mostraría un apalancamiento de 2:1, ya que para controlar una posición de 20,000 acciones (que valen NS\$401,000), sólo aportó el capital propio de NS\$200,500. Así, si la acción sube 25% el inversionista tendrá un rendimiento de 2 veces 25% (es decir 50%) sobre su patrimonio original, menos los intereses que pagará sobre el crédito. De este modo, si APASCO sube a NS\$25.0625 (25%), el valor de la cartera será NS\$501,250. Vendiendo las acciones y pagando el crédito (sin considerar intereses) el patrimonio resultante sería:

$$\begin{array}{r} \text{NS } 501,250 \\ \hline \text{NS } 200,500 \\ \hline \text{NS } 300,750 \end{array}$$

Estos NS\$300,750 representan, sobre la inversión inicial y tal como se había mencionado, un rendimiento de 50%. Si ahora consideramos el costo del crédito, por ejemplo de 6 meses a una tasa de 25%, los intereses serían:

$$(\text{NS}200,500)(0.25)(180/360) = \text{NS}25,062.5$$

Lo cual disminuiría el rendimiento de la posición apalancada a:

$$\begin{array}{r} \text{NS } 300,750.0 \\ \hline \text{NS } 25,062.5 \\ \hline \text{NS } 275,687.5 \end{array}$$

que denota un rendimiento del 37.5%, reduciendo el apalancamiento original de 2:1 a 1.5:1.

En forma similar opera el apalancamiento de los warrants, con la ventaja de que no se tiene un crédito y, por lo tanto, no se tiene el riesgo que implica el que las acciones bajen y se sufra además de pérdida de patrimonio al tener una deuda.

El apalancamiento en warrants lo podemos definir como la relación entre el precio de mercado del activo subyacente y la prima o valor de mercado del derivado. De esta forma, el rendimiento de los títulos opcionales es proporcionalmente mayor, a medida que se incrementa el precio de mercado del valor de referencia; es decir, al aumento de un punto en el precio de una acción de referencia, se incrementa el valor del warrant en más de un punto.

Los Títulos Opcionales son emitidos frecuentemente como parte integral de algún bono u obligación. Esto permite que la tasa de interés de dicho bono u obligación sea más baja que si fueran emitidos sin un warrant. Normalmente un warrant puede “desprenderse” de dichos valores y venderse por separado. Esto tiene como resultado una variación en el precio de esos instrumentos, con la posibilidad de tener un precio con warrant y un precio ex-warrant.

Asimismo la emisión y negociación de los Títulos Opcionales, al tiempo que hace posible diversificar las oportunidades de inversión de las empresas emisoras y de los inversionistas, repercute en el mercado al brindarle mayor liquidez y estabilidad.

Por lo tanto, las ventajas esenciales de los Títulos Opcionales (Warrants) son:

- Pueden ser utilizados como instrumentos de cobertura.
- Permiten operaciones de apalancamiento en las inversiones.
- Pueden formar parte integral de un bono u obligación, funcionando como un mecanismo colateral de financiamiento.
- Incrementan la liquidez de los valores.
- Disminuyen la volatilidad.
- Incrementan la eficiencia del mercado.
- Disminuyen los riesgos e incrementan los rendimientos esperados.

1.3.2 Contratos de Futuros

En virtud de la afinidad que presentan, antes de delimitar el contrato de **Futuros** (*futures*) definiremos el contrato de **Adelantados** (*forwards*), a los que también se les denomina contratos a plazo. Un contrato de Adelantados es un acuerdo entre dos partes, un comprador y un vendedor, que establecen la entrega de un producto en un tiempo futuro con un precio acordado al día de hoy. Un contrato Futuro es un contrato Adelantado cuyos términos han sido estandarizados, su negociación se realiza en base a un intercambio organizado y sigue un procedimiento que lo establece diariamente, en el cual las pérdidas de una de las partes del contrato son pagadas por la otra parte.

Los contratos de Futuros tienen muchas de las características de los contratos de Opciones. Ambos coinciden en la venta y entrega de un producto en fecha posterior y a un precio acordado al día de hoy. La diferencia es que un contrato de Futuros no ofrece el derecho a renunciar a la compra futura del bien, no obstante, al igual que las opciones listadas en Bolsa, el contrato de futuros puede ser vendido en el mercado antes de su fecha de expiración.

La característica principal de los contratos de Futuros es la normalización de los convenios sobre activos financieros, algo que no tienen los contratos de Adelantados, lo que implica que los contratos negociados corresponden todos a la misma cantidad y tipo, así como al mismo rango de fechas futuras. Esto implica que los inversionistas que deseen cubrirse por una cantidad diferente o a un plazo distinto, sólo podrán utilizar el mercado de futuros para una cobertura parcial y asumirán un cierto grado de riesgo residual, en el caso que los plazos y cantidades de sus activos no coincidan con las especificaciones del contrato a Futuro. Este sacrificio de la elección del plazo deseado y de la cantidad que mejor responda a sus necesidades a cambio de una mayor liquidez, es lo que hace que los contratos Adelantados no desaparezcan y que sean un complemento de los contratos de Futuros.

Tal como se ha mostrado, los contratos de Futuros son muy similares a los contratos Adelantados y muchas de sus propiedades pueden ser entendidas al examinar las características de los últimos.

Los contratos Adelantados, al igual que lo expusimos con las Opciones, pueden ser comparados con hechos cotidianos. Por ejemplo, la renta de un apartamento puede considerarse un acuerdo adelantado, ya que al establecer un año de renta, el inquilino se obliga a pagar por el uso del apartamento cada mes y durante los siguientes 12 meses, una cierta cantidad a una tasa predeterminada. Asimismo, el propietario acuerda otorgar el servicio cada mes durante el mismo plazo y por la renta acordada. Suponiendo que 6 meses después el inquilino encuentra un mejor apartamento y decide cambiarse, como el contrato continúa vigente, la única manera en que el inquilino puede evadir el compromiso es subarrendando el departamento.

Cualquier tipo de arreglo contractual que establezca la compra de un bien o servicio a un precio acordado al día de hoy y sin el derecho de cancelación, es un contrato Adelantado. Cuando estos contratos se negocian en mercados organizados y están sujetos a procedimientos de ajuste diario, en el mundo financiero son llamados contratos de Futuros.

1.3.2.1 El Desarrollo de los Contratos de Futuros

Como hemos venido mencionando, los mercados de Futuros se desarrollaron a partir de los de Adelantados, los cuales tuvieron su origen en el comercio de reciprocidad que se practicaba con otros países en la época medieval. En este sentido, los comerciantes muchas veces efectuaban los contratos para diferir la entrega de los bienes acordando un precio por anticipado. En los siglos siguientes, diversos mercados organizados para bienes básicos comenzaron a desarrollarse en las ciudades más importantes de Europa. Las características de esos mercados fueron muy similares a las de los actuales mercados de futuros y, por lo tanto, fueron los orígenes de los mercados modernos de futuros, mismos que llevaron a la instauración de la CBT en 1848.

A mediados del siglo pasado, Chicago pasó a ser rápidamente el centro más importante de transportación y distribución de productos en la parte centro y este de E.U. Los agricultores enviaban los granos que cosechaban o procesaban, a los alrededores de esta ciudad para vender y, subsecuentemente distribuir hacia el este, a través de los ferrocarriles y de los Grandes Lagos. Estos agricultores corrían el riesgo de una variación inesperada en los precios de compra y venta de sus granos. Cuando llegaban con su producción a la ciudad se encontraban con la sorpresa que había una gran oferta y que no se podrían cubrir los costos de producción y mucho menos los de transporte. Fue así, dada la necesidad de eliminar los riesgos de variación en los precios, que un grupo de hombres de negocios dio el primer paso para aliviar este problema, al formar la CBOT. Cabe citar que inicialmente esta Bolsa fue organizada con la propuesta de estandarizar las cantidades y calidades del grano a negociar.

En ese entonces, tuvieron mucho auge entre los agricultores un tipo de contratos de adelantados que les permitían acordar el envío de grano en una fecha futura y a un precio determinado con anticipación, permitiendo con ello que los agricultores mantuvieran los granos hasta después del tiempo de cosecha sin aflicción ante la variación de precios. No obstante, la presencia de especuladores no se hizo esperar, sobre todo porque la idea de comprar y vender contratos era más atractivo que comprar y vender granos, tomar su entrega y almacenarlos. Por otro lado surgió otro dilema, si los precios subían durante la época de cosecha, los agricultores se veían atraídos ante la idea de no cumplir sus contratos de entrega del grano, pudiendo obtener precios mayores en el mercado al contado; igualmente, cuando los precios caían, a menudo los compradores no cumplían con el contrato a la llegada del producto pues preferían adquirir el grano a precios más bajos en el mercado. Ante esta situación, la Bolsa estableció un conjunto de reglas y regulaciones para controlar este tipo de transacciones y, posteriormente, se estableció la llamada Cámara de Compensación (*Clearinghouse*) para el beneficio de todos los participantes del mercado.

En 1874 se inauguró otra bolsa, *Chicago Produce Exchange* (CPE), que más tarde se convirtió en *Chicago Butter and Egg Board* (CBEB). En 1898, ésta es reorganizada para conformar la Bolsa Mercantil de Chicago, (*Chicago Mercantile Exchange*), CME, que es en la actualidad la segunda bolsa más grande de futuros del mundo. En los años siguientes se establecieron nuevas bolsas para negociar futuros, incluyendo a la Bolsa de Nueva York (*New York Futures Exchange*), NYFE, la cual comenzó en 1979 como una subsidiaria de la Bolsa de Nueva York (*New York Stock Exchange*), NYSE.

Al principio, las bolsas de futuros ofrecían únicamente contratos sobre productos básicos y metales. Cuando se dispone de un sistema monetario internacional de tipos de cambio fijo para permitir la fluctuación de las monedas respecto al dólar, se abre el camino para la formación en 1972, del Mercado Monetario Internacional (*International Monetary Market*), IMM, como una subsidiaria de la CME especializada en el comercio de futuros sobre divisas extranjeras. Y esos fueron los primeros contratos de futuros que pueden ser llamados como Futuros Financieros.

En 1976, el IMM introdujo el primer contrato de futuros sobre un instrumento financiero a corto plazo, sobre un Certificado de Tesorería de E.U. (*U.S. Treasury Bill*) en su plazo de 90 días. Este contrato fue activamente negociado por varios años, pero su popularidad disminuyó debido, en cierto modo, a la competencia que le proporcionó otro bien subyacente, el Eurodólar.

Un año más tarde, la CBT principió el contrato más exitoso de todos los tiempos, el futuro sobre Bonos de la Tesorería de los Estados Unidos (*U.S. Treasury Bond*). En pocos años, este instrumento se volvió el más comercializado de los contratos a futuro, superando muchos de

los contratos de granos y productos básicos que se habían venido negociando por más de 100 años.

Finalmente, cabe agregar que precisamente la década pasada se caracterizó por el importante crecimiento, en volumen y operación, de las transacciones con futuros, así como por la difusión de los mismos hacia otros mercados del mundo, lo cual ha apoyado la eficiencia de su negociación.

1.3.2.2 Mecanismos de Negociación

Como es sabido, actualmente en México no se cuenta con éste tipo de instrumentos (Futuros y Adelantados), por lo que el siguiente apartado tratará los puntos de la experiencia recogida en Estados Unidos, ya que este país cuenta con los mercados más desarrollados en cuanto a la negociación de los productos citados.

Al hablar de la forma de negociación de los Adelantados, entendemos que éstos están hechos a la medida de las necesidades del cliente que los solicita, acordando de antemano las cantidades, el plazo, el lugar de la entrega del bien, la calidad de éste y la forma en que será liquidado. Asimismo, una vez determinado el riesgo que representen las partes involucradas se acordará una cantidad como depósito en buena fe, con la finalidad de contar con una garantía. Debido a estas características, es sumamente difícil negociar este tipo de contratos en forma bursátil, esto es, sería muy complicado que en el piso de remates, el corredor de la casa de bolsa estuviera efectuando un sinnúmero de transacciones con otros instrumentos, al tiempo que busca una contraparte interesada en un tipo específico de adelantados, dado que cada contrato presenta condiciones particulares.

De ahí la ventaja de que los contratos de futuros estén estandarizados y presenten uniformidad en las cantidades, el plazo, el lugar de la entrega, la calidad y la forma en que será liquidado el bien primario. Aunado al hecho de que no se permite ningún tipo de negociación para modificar alguna de estas variables, siendo el precio del contrato la única variable que se permite que cambie, según se trate del emisor y de sus intereses. Todo lo anterior facilita su comercio en los centros bursátiles, permitiendo a los corredores una mayor facilidad en la tarea de manejar elevados volúmenes de operación al especificar únicamente el precio, ya que las demás variables han sido fijadas con anterioridad por la Bolsa.

Es así, como la negociación de Futuros se encuentra organizada alrededor del concepto de Bolsa y éstas son, probablemente, los componentes más importantes de un mercado de Futuros al distinguirlas de los mercados de Adelantados. Una Bolsa de Futuros es una entidad corporativa compuesta por varios miembros. Aunque algunas bolsas sólo permiten miembros corporativos, en la mayoría de ellas sus miembros son individuales.

Pasando a otro punto, los términos y condiciones de los contratos de futuros son determinados por los centros bursátiles y se encuentran sujetos a la aprobación de la Comisión Negociadora de Futuros de Mercancías (*Commodity Futures Trading Commission*), CFTC. La mayoría de los centros bursátiles norteamericanos mantienen personal dedicado a la investigación, que continuamente examina la factibilidad de nuevos productos. Cuando se

determina que un contrato puede llegar a ser exitoso, suscriben una propuesta especificando los términos y las condiciones, y la dirigen a la CFTC, para que otorgue el permiso e inicializar el comercio del nuevo contrato. La propuesta deberá especificar las características que lo hagan un contrato de futuros atractivo, el bien deberá ser homogéneo, fácilmente identificable, así como tener un mercado al contado con oferta y demanda inconsistentes. Además, el valor de referencia deberá ser negociado activamente en el mercado al contado.

Las especificaciones para cada contrato son principalmente: el tamaño, la unidad de cotización, el precio mínimo de fluctuación, el horario de negociación y los términos de entrega.

Por *tamaño* del contrato, se entiende el número específico de unidades de un bien que son cubiertas por el contrato. Esto puede ser designado por un cierto número de medidas de granos o por dólares del valor nominal de un título financiero. El tamaño del contrato de futuros es muy importante; por ejemplo, si es pequeño el especulador encontrará que es muy costoso negociar con él, debido a que hay un costo de comercio por cada contrato. Por otro lado, los contratos no son divisibles; así si estos contratos son muy grandes y una persona desea cubrirse contra un riesgo específico, se verá incapacitada para poder hacerlo en caso de no contar con los recursos suficientes, es decir, si una compañía tiene Bonos del Tesoro por \$500,000 dólares y la CBT establece los contratos para este instrumento por \$750,000 dólares, probablemente la compañía estará imposibilitada para utilizar un contrato de futuros.

La *unidad de cotización* es simplemente la unidad en la que el precio es especificado. Por ejemplo, el maíz es cotizado en cuartos de centavos de dólar estadounidense y los Bonos del Tesoro, en puntos porcentuales y treintadosavos. La unidad de cotización elegida no es necesariamente exacta, pero deberá ser lo suficientemente comprensible.

Relacionado a la unidad de cotización, está el *mínimo precio de fluctuación*, que es usualmente la unidad de menor cotización. Por ejemplo, los Bonos del Tesoro son cotizados en una unidad mínima de treintadosavos. Así, el mínimo cambio en el precio de un contrato a futuro sobre éste bien subyacente es $1/32$ del 1% del precio del contrato, o de otra manera 0.0003125 . Como el contrato tiene un valor nominal (tamaño del contrato) de \$10,000 dólares, el mínimo cambio en el precio es $(0.0003125) (\$10,000) = \3.125 .

Para la mayoría de los contratos que son negociados en las bolsas de futuros existe un límite diario para los movimientos en el precio, que no es otra cosa que una banda de fluctuación en donde se cuenta con un techo y con un piso. Si el precio de un bien de referencia tiene un movimiento descendiente igual o mayor que el límite diario del precio, se dice que el contrato está por abajo del límite (*limit down*). Si el movimiento es ascendente, se dice que está por arriba del límite (*limit up*). Un movimiento del límite (*limit move*) es un desplazamiento en cualquiera de las dos direcciones del límite diario del precio. Por lo regular, las negociaciones de los contratos de futuros son suspendidas durante el día, cuando rebasan la banda de fluctuación. Este es precisamente el propósito esencial de los límites, proteger al mercado de amplios movimientos ocurridos por exceso de especulación. Sin embargo, esos mismos límites pueden llegar a ser una barrera cuando los precios de los bienes de referencia avanzan o disminuyen rápidamente. Justamente cada bolsa de futuros es quien especifica los límites propios a cada uno de sus contratos.

Las bolsas también establecen los *horarios* durante los que se negocian los contratos. La mayoría de los contratos agrícolas a futuro se negocian por cuatro o cinco horas al día y la mayoría de los contratos futuros sobre títulos financieros se negocian alrededor de seis horas.

Además, existe el caso de algunos contratos financieros que tienen sesiones nocturnas. Por ejemplo, los contratos de Bonos del Tesoro en la CBT se negocian de las 7:20 a.m. a las 2:00 p.m. hora del centro de lunes a viernes y de 5:00 p.m. a 8:30 p.m. todas las tardes de domingo a jueves, teniendo una abundante participación de los inversionistas asiáticos.

Los contratos también deberán indicar una *fecha* (o fechas) *específica de entrega*, el procedimiento de entrega y un grupo de meses de vencimiento. Para algunos contratos el vencimiento se llega a extender de dos a tres años.

Una vez que el mes de vencimiento ha sido fijado, la bolsa determina un día final de negociación. Este puede ser algún día en el mes, pero los más comunes resultan ser el tercer viernes del mes y el día hábil previo al último día hábil del mes. La fecha de entrega también puede ser fijada; generalmente el primer día de entrega elegible es el primer día hábil del mes siguiente al vencimiento, pero también pueden especificarse otros días como elegibles. En el caso de los contratos Futuros sobre índices accionarios y otros contratos liquidables en efectivo, el día de entrega por lo regular es el último día de negociación del contrato o el día siguiente.

1.3.2.3 Características

El auge de los contratos de Futuros ha sido posible en virtud de las características bajo las que se encuentran conformados. Primordialmente nos referimos a tres rasgos, en primer lugar tenemos la *estandarización*, misma que ya ha sido abordada anteriormente; en segundo sitio, la recepción de *márgenes* y, por último, la existencia de la *Cámara de Compensación*.

El *margen*, o garantía, es establecido por la necesidad de asegurar que los participantes del mercado con posiciones sobre contratos de futuros, llegado el momento cumplan sus obligaciones; en su defecto, permitiendo a la Cámara de Compensación asumir el riesgo del incumplimiento del contrato de alguna de las partes.

Los contratos de Futuros están sometidos a dos tipos de márgenes. Siendo el primero, el Margen Inicial, que se asigna a una posición recién abierta depositándose al día siguiente de ser iniciada. Cada bolsa de futuros determina el margen inicial de cada contrato, oscilando alrededor del 5 al 10% del valor del mismo, pero puede llegar a ser mayor si el precio tiene antecedentes de una gran volatilidad, y menor si es que el precio se ha venido manteniendo estable. No obstante, el margen depositado gana una tasa de interés mínima durante el periodo del contrato.

El segundo margen, es el llamado Margen de Mantenimiento, donde cada día hábil la Cámara de Compensación revaloriza todas las posiciones de acuerdo con los precios de cierre. Es decir, calcula las pérdidas y ganancias netas de todos los participantes en el mercado y cuando los cargos o los abonos, originados por las pérdidas o ganancias de los participantes, exceden el margen inicial se exige el pago de la variación, de tal manera que si el inversionista no cubre la diferencia, la bolsa tiene la autoridad de comenzar a cerrar sus posiciones.

Sin embargo, el participante se encuentra obligado legalmente a cubrir el pago del margen que debe, cualesquiera que sea la situación en que se encuentre. Esta práctica evita que se acumulen pérdidas que no se pueden pagar.

La *Cámara de Compensación* es una entidad legal independiente que poseen las bolsas de futuros, que rompe todo vínculo entre los participantes del mercado al actuar como comprador legal de cada vendedor y como vendedor legal de cada comprador.

El hecho de que el vínculo entre comprador y vendedor se rompa es crucial para la bursatilidad de los contratos de futuros, pues de este modo los participantes o inversionistas pueden entrar en el mercado sin preocuparse del riesgo crediticio de su contraparte, ya que, sin importar quien ofrezca o demande el bien subyacente, su contraparte legal y la que tendrá que cubrir el compromiso será en todo momento la Cámara de Compensación.

Por ejemplo, una institución financiera mexicana (Nacional Financiera, NAFIN) desea vender un contrato de futuros con vencimiento en diciembre sobre Certificados de la Tesorería (CETES)¹⁰ a 364 días y una institución financiera estadounidense (J.P.Morgan) desea comprar un contrato de futuros con vencimiento en diciembre sobre el mismo bien subyacente. Supongamos que esto es realizado, figurativamente, en la Bolsa de Futuros de Nueva York (*New York Futures Exchange*), NYFE.

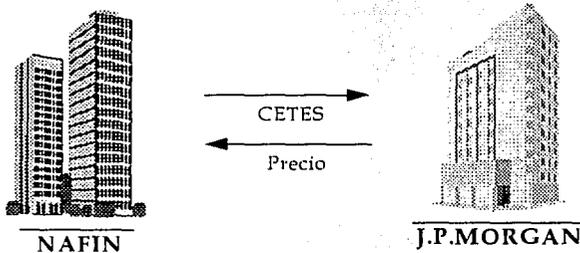


Figura 1-1. Negociación de un contrato de Futuros entre dos instituciones.

En este momento aparece la Cámara de Compensación separando a ambas partes y haciendo que negocien a través de ella. Pese a ello, quizás jamás adviertan con quien realizan la transacción, lo que resulta innecesario dado que desde el punto de vista legal, la obligación contractual de NAFIN es hacia la Casa de Compensación y no hacia la institución estadounidense, J.P.Morgan.



Figura 1-2. Participación de la Cámara de Compensación en un contrato de Futuros.

¹⁰ En el caso que existiera un contrato de futuros sobre Cetes.

Al llegar la fecha del vencimiento NAFIN entrega sus CETES a la Cámara de Compensación y ésta le paga conforme al contrato; por su parte, J.P.Morgan recibe los CETES y hace el pago correspondiente a la Cámara.

En el caso que NAFIN no cumpliera con el contrato, no entregando los CETES, la Cámara de Compensación garantiza integralmente el cumplimiento del contrato de futuros. Con lo que sin problema alguno J.P.Morgan recibiría el bien subyacente estipulado.

Ahora supongamos que una semana después J.P.Morgan encuentra en su país otra institución financiera americana, Merrill Lynch, interesada por sus CETES ofreciéndole un 10% adicional al precio pactado por ellos, y "no" sobre el precio del contrato de futuros, lo que representaría un beneficio adicional para J.P.Morgan.

Desde luego J.P.Morgan podría esperar hasta el mes de diciembre para comprarle el bien a NAFIN y vendérselo inmediatamente a Merrill Lynch; claro está, en el caso que estuviera en posibilidades de hacerlo o podría buscarlo por otro medio corriendo el riesgo de no encontrar un precio ventajoso.

Por tanto, J.P.Morgan realiza una acción llamada operación contraria (*reversing trade*) con el recién llegado Merrill Lynch y, una vez más, la Cámara de Compensación se interpone entre ambos.

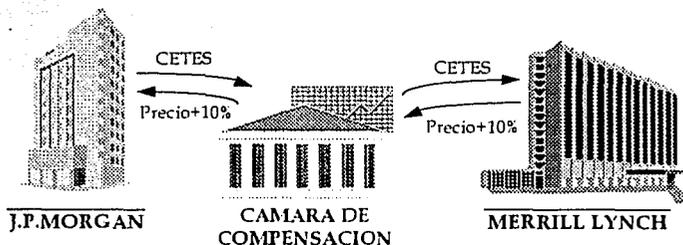


Figura 1-3. La Cámara de Compensación en una nueva negociación de Futuros con la institución recién llegada.

En este momento se puede observar uno de los beneficios más palpables de la Cámara, al separar a las partes y despersonalizar los acuerdos entre ellas.

En la siguiente figura podemos apreciar la actual situación entre los participantes.

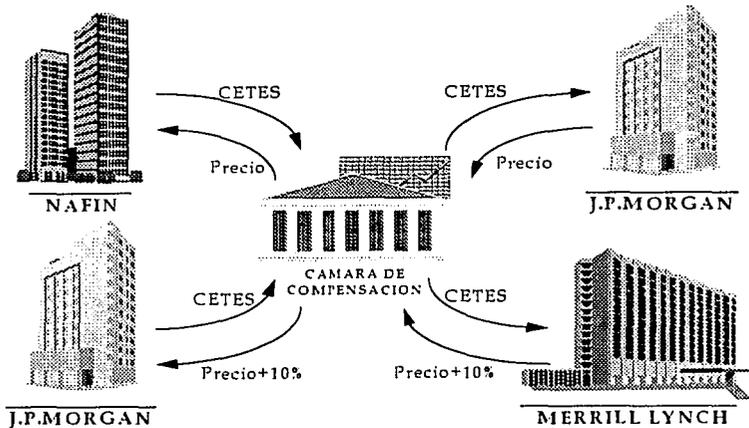


Figura 1-4. Condiciones actuales de la Cámara de Compensación y las partes en la negociación de un contrato de Futuros.

J.P.Morgan está obligada a entregar a la Cámara de Compensación los CETES recibidos de la primera transacción pagando, al mismo tiempo, el precio para hacerle frente a la segunda transacción: donde a su vez, la Cámara de Compensación le entregará el "Precio + 10%". Para simplificar transacciones la Cámara sólo le pagará el beneficio obtenido, es decir, el 10% olvidándose por completo de dar y recibir los CETES. Con lo que J.P.Morgan sale de escena con su ganancia del 10% sobre el precio del primer contrato y NAFIN continúa obligada a entregar el bien de referencia en el mes de diciembre a la Cámara de Compensación, que a su vez se lo cederá a Merrill Lynch.

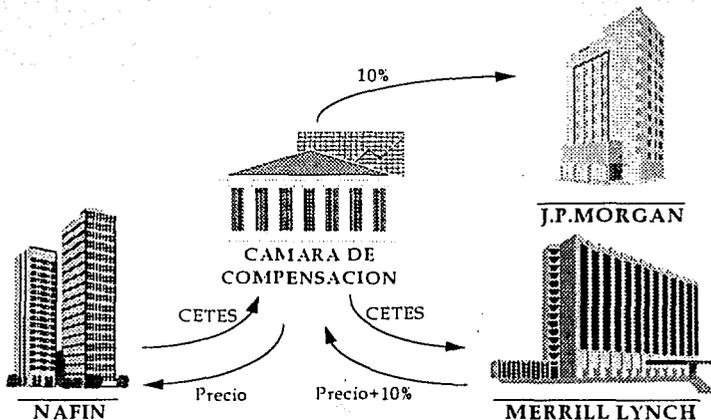


Figura 1-5. Simplificación de transacciones por parte de la Cámara de Compensación.

Ahora, es necesario que la transacción sea nivelada por la Cámara, donde para recibir un Precio+10%, NAFIN deberá ajustar su posición entregando un 10% inmediatamente.

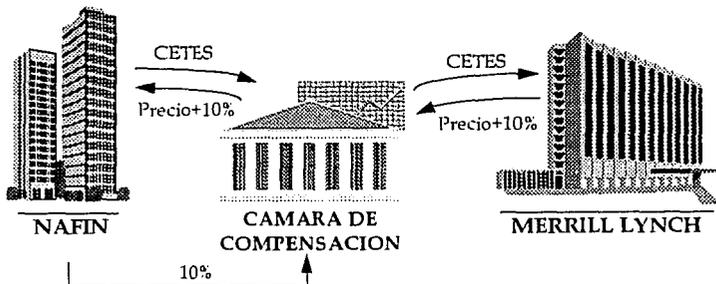


Figura 1-6. Ajuste de importes por parte de la Cámara de Compensación.

También es posible que antes de la entrega del bien en diciembre, ambos participantes traten de cuadrar su posición, evitando la entrega de los CETES y el pago del "precio": lo cual es posible cancelando la venta con una compra o viceversa, o aumentándola o disminuyéndola a través de la Cámara de Compensación sin la necesidad de buscar su contraparte original. Además, la Cámara está en posibilidades de realizar este importante papel debido a que puede disponer, en su caso, de los márgenes hechos como depósitos de buena fe.

1.3.2.4 Negociadores del Mercado de Futuros

Por lo regular, los participantes del mercado de futuros son clasificados por el papel que desempeñan en el piso de remates y en la negociación de estos contratos. Existen tres clases principales de negociadores o participantes del mercado, que son los **intermediarios** o corredores (*brokers*), los **coberturistas** (*hedgers*) y los **especuladores**.

Los **intermediarios** o **corredores** de los mercados de futuros son empresas o personas de negocios independientes que dan el servicio de llevar a cabo transacciones representando a otras personas, ejecutando solamente las negociaciones de sus clientes, mismos que pueden ser individuos, instituciones o, inclusive, representantes de otra empresa de intermediación. Estas figuras colocan órdenes, manejan fondos, dan informes y fungen como intermediarios entre los clientes que no tienen acceso al piso de remates, obteniendo sus ganancias a través del pago de una comisión por cada transacción realizada. Por lo general, resultan ser instituciones financieras especializadas en el ramo; por ejemplo, entre las más conocidas a nivel extranjero tenemos a Bankers Trust, Deutsche Bank, Merrill Lynch, etc.; y a nivel nacional, los que resaltan son los Grupos Financieros Bancomer y Banamex. A cargo de estas instituciones se encuentran los **corredores de piso**, que son los encargados de comprar y vender los contratos de futuros en el

piso de remates, cuyo acceso a éste último se logra por ser socios de la Bolsa y de la Cámara de Compensación.

Los **coberturistas** son aquéllos que compran y venden contratos de futuros para compensar su exposición a los riesgos, pretendiendo estar cubiertos contra algún movimiento no planeado en el precio de un valor (tipos de cambio, tasas de interés, etc.), que de alguna manera afectarían sus inversiones en el mercado al contado. Es por ello que al tomar posiciones en el mercado de futuros, contrarias a su posición en el mercado al contado, les permite protegerse de dichas variaciones. Cabe agregar que, dado el origen de su actividad, los coberturistas desempeñan una función primordial en los mercados de futuros.

Los **especuladores** son integrantes del mercado que buscan situarse apropiadamente para beneficiarse de los movimientos de los precios de los contratos. Tratando de predecir la dirección del mercado, compran y venden futuros, al tiempo que asumen riesgos a cambio de posibles ganancias. La participación de los especuladores es de vital importancia, ya que proporcionan liquidez al mercado.

Existen varios tipos de especuladores que podemos clasificar por su desenvolvimiento y actuación en el mercado.

Los primeros son los "revendedores" (*scalpers*), que compran y venden con gran rapidez, manejando considerables volúmenes de operaciones y obteniendo sus ganancias de cambios pequeños en los precios. También tenemos a los llamados "negociadores de posición" (*position traders*), que son similares a los antedichos, pero con la diferencia de que sus transacciones no son realizadas con el mismo dinamismo. Llegando a mantener sus posiciones por varios días. Los "especuladores diferenciales" (*spreaders*) observan la evolución de precios de los Futuros e intentan beneficiarse través de las diferencias en los mismos, especulando con niveles de riesgo menores. Las diferencias de esta forma de especulación pueden ser: "diferencias de intramercado", consistentes en la compra de un contrato de futuros a un mes de vencimiento y la venta simultánea de un contrato sobre el mismo bien con un mes de vencimiento distinto pero en el mismo centro bursátil; las "diferencias intermercado", realizando la misma operación en distintas bolsas; y finalmente, las "diferencias intermercancias", en donde se compra un contrato a un mes de vencimiento específico y se vende simultáneamente uno con el mismo mes de vencimiento pero sobre un producto diferente. Sin embargo, es menester aclarar que si no existiera una relación clara entre los precios de los contratos que se compran y venden, no sería aplicable considerar una especulación diferencial.

Aunque no son propiamente especuladoras sus operaciones, los "arbitrajistas" son por lo general especuladores, dado que se benefician de los desequilibrios en las valoraciones que se ofrecen en el mercado. Ya que éstos efectúan la compra y venta simultáneas de contratos sobre el mismo bien subyacente con el propósito de obtener una ganancia libre de riesgo. En otras palabras, se compra a precio bajo y se vende a precio alto. Estas oportunidades de arbitraje son muy difíciles de realizar debido a la gran rapidez que requieren para ser efectuadas, pues además desaparecen con la misma celeridad, en virtud de que las ocasiones que permiten vender a precios elevados son ajustadas por el mismo mercado de manera casi inmediata, al igual que lo son las correspondientes a las de compra donde los precios son bajos, teniendo como resultado el equilibrio del mercado.

1.3.2.5 Posiciones

Los participantes del mercado pueden asumir, fundamentalmente, dos tipos de posición. La primera es la **posición larga**, en la que el participante compra un contrato de futuros y la segunda es la **posición corta**, que es creada por la venta de un contrato.

Desde el punto de vista de la cobertura, los inversionistas expuestos a cambios en el precio de sus instrumentos financieros y obligados a mantenerlos - por alguna razón - hasta una fecha prevista, tratan de cubrirse ante estas oscilaciones. Lo cual, puede llevarse a cabo vendiendo un contrato de futuros sobre el instrumento financiero, que en términos bursátiles es llamado *cobertura corta*, de tal forma que la situación de éste negociador será larga en el instrumento financiero y corta en el contrato del futuro financiero. También puede presentarse la situación en que el inversionista necesite asegurar un precio, un tipo de cambio o una tasa de interés futura para algún fin en particular, por lo que podría adquirir un contrato de futuros financieros, ante lo cual estaría tomando una posición larga en el derivado dando lugar a lo que se conoce como *cobertura larga*.

Resumiendo, el que posee el bien subyacente, el contrato, etc., tendrá una "posición larga" sobre el mismo, mientras que el que no lo posee en ese momento, por haberlo vendido, prestado, etc., tendrá una "posición corta".

1.3.2.6 Tipos de Contratos de Futuros

Existen más de 100 tipos distintos de contratos de futuros, los cuales en algunos casos sólo varían en el bien subyacente, en su tamaño y/o en su vencimiento, entre otros factores. Los contratos se encuentran divididos en varias categorías según el activo al que refieren.

En primer sitio tenemos a la clasificación de los granos, que es la más antigua y que fue por muchos años la más negociada. Estos contratos son altamente influenciados por los periodos de la producción agrícola, el clima y las políticas gubernamentales, entre otros aspectos. Algunos contratos de este tipo son los futuros sobre maíz, trigo, soya, avena, etc.

Otro de los grupos importantes es el de metales y petróleo, donde se incluyen metales preciosos para la joyería, la industria y materiales para la generación de energía. Estos bienes son considerados como no renovables, hecho al que se suma que su precio se encuentre influenciado por factores políticos y económicos. Los productos sobre los que son negociados los contratos en esta categoría son principalmente: oro, plata, petróleo crudo, gasolina, gas natural, etc.

Asimismo, se enmarca en una sola condición a los contratos de futuros sobre monedas extranjeras. Esta categoría fue puesta en marcha en 1972 y al pasar de los años su popularidad ha venido incrementándose; no obstante, su negociación se ha concentrado en la libra esterlina, el yen japonés, el franco suizo y el marco alemán. En este punto cabe mencionar que los contratos de futuros sobre eurodólares¹¹ han sido de los más exitosos. Los factores que, substancialmente, influyen en el precio del contrato son las economías y políticas nacionales e internacionales.

¹¹ Un Eurodólar es un depósito en dólares en un banco europeo o en alguna sucursal europea de un banco estadounidense. Este depósito es denominado en dólares americanos en lugar de la moneda del país, de ahí precisamente su connotación.

Los contratos de futuros sobre índices accionarios han sido una de las ordenaciones más demandadas en los últimos años. Estos contratos, fijados en efectivo sobre combinaciones de acciones, han sido utilizados esencialmente para cubrir las posiciones en acciones de los participantes del mercado. Igualmente, los especuladores los utilizan para apostar acerca de la dirección que seguirá el mercado accionario.

Otra categoría que ha presentado un gran auge es la de futuros sobre tasas de interés. Su popularidad es debida al incremento de la volatilidad en las tasas de interés durante la última década, al tiempo que su volumen ha crecido dado que la mayoría de los participantes que sólo negociaban en el mercado al contado, comenzaron a negociar con contratos de futuros también. Uno de los más exitosos contratos de futuros de este tipo es el que se negocia en la CBT y que yace sobre Bonos del Tesoro de E.U. (*Treasury Bond*). Sin embargo, es conveniente mencionar que algunos contratos de esta categoría, que han sido introducidos en los últimos años, han descendido sus niveles de transacción drásticamente.

La negociación de los contratos de futuros tiene lugar, fundamentalmente, en 12 Bolsas de Estados Unidos. A continuación mencionamos algunas de ellas:

Chicago Board of Trade	CBT
Chicago Mercantile Exchange	CME
New York Futures Exchange	NYFE
Kansas City Board of Trade	KCBT
Philadelphia Board of Trade	PBT

También otros países han instituido sus propias bolsas de futuros, de tal manera que el número de éstas se ha venido incrementando rápidamente a través del tiempo. Sólo por citar algunas de las más activas tenemos las que se encuentran en Toronto, Londres, París, Tokio, Sidney, Hong Kong, Osaka y Singapur.

1.3.3 Contratos de Adelantados

Como ha sido mencionado, los contratos de **Adelantados** (*forwards*), también llamados contratos a plazo, son similares a los contratos de Futuros en que se trata de un convenio de compra o venta de un activo en un cierto tiempo futuro y a un precio determinado pero, a diferencia de los citados, estos contratos no son negociados de manera bursátil. Vale la pena citar que ambos contratos son los instrumentos más antiguos de cobertura que existen.

Los contratos a plazo son convenios de carácter privado entre dos partes. Uno de los participantes del citado convenio asume una *posición larga* en el derivado, es decir, comprará (vía el futuro) un activo a una fecha y precio especificados. La otra parte asume una *posición corta*, al desempeñarse como el vendedor del activo.

La fecha de entrega en el contrato puede ser alguna fecha mutuamente convenida. Usualmente, con los *adelantados* la fecha se especifica a un sólo día, mientras que con los *futuros* existe un "rango" de fechas posibles de entrega.

Tal como fue descrito en la sección relativa a Futuros, el inversionista que trata de cubrir un riesgo específico en el mercado de este tipo de derivados, sólo obtendrá una cobertura parcial; contrario a lo que obtiene con un contrato a plazo, en el que se verán satisfechas sus necesidades de cantidad, plazo, etc., estableciendo una relación complementaria entre ambos contratos.

Para aclarar cualquier confusión, en el Cuadro 1-1 se muestran las diferencias principales entre los contratos de Adelantados y los Futuros.

	<i>Contratos Futuros</i>	<i>Contratos Adelantados</i>
<i>Estandarización</i>	Sí lo son	No lo son
<i>Se negocian</i>	A través de la Cámara de Compensación	De forma privada
<i>Posibilidad de abandonar una posición antes del vencimiento</i>	Sí es posible, realizando la operación contraria	No es posible pues el contrato se anula hasta la fecha de vencimiento.*
<i>Mercado Secundario</i>	Sí	No
<i>Liquidación</i>	En efectivo y en especie, esta última de poca importancia	En efectivo y en especie, esta última muy importante (esencial)
<i>Fecha de entrega</i>	Un posible rango de fechas	Una fecha específica
<i>Riesgo</i>	No hay riesgo de impago de la contraparte	Existe riesgo de incumplimiento de la contraparte
<i>Garantía</i>	Los inversionistas deben depositar una garantía en la Cámara de Compensación	No existe garantía. Los pagos se realizan hasta el vencimiento

* A menos que lo autorice la contraparte

Cuadro 1-1 Principales diferencias entre los contratos de Futuros y Adelantados.

Al igual que con los futuros, existen varias clases de contratos Adelantados sobre diversos bienes primarios; de hecho, algunos de los Adelantados gozan de una mayor demanda en relación a sus similares emitidos en Futuros.

Un grupo de contratos de Adelantados que resaltan por su popularidad son los que se refieren sobre divisas. La mayoría de los grandes bancos estadounidenses tienen un "área de adelantados" pertenecientes a sus departamentos de cambio de divisas, hecho que ha dotado de eficiencia al servicio que ofrecen en este rublo. Otros de los más solicitados, cuya introducción en el mercado es relativamente reciente, son los de tasas de interés. Los primeros contratos de este tipo fueron ofrecidos sobre instrumentos denominados en dólares en Londres en 1983. A diferencia de los Adelantados sobre divisas, que generalmente implican la entrega en especie del bien subyacente, los Adelantados sobre tasas de interés son fijados para una compensación en efectivo, donde además se exige que las partes establezcan una tasa de referencia, una tasa de

interés y un principal nominal. Por ejemplo, la tasa de interés de referencia puede ser la LIBOR¹² a 6 meses, la tasa de interés del 10% y el principal nominal de 100 mil dólares. Si la LIBOR a 6 meses está por arriba del 10%, sea 13%, la parte que deseara cubrirse contra el descenso de la tasa LIBOR pagaría el aumento del 3%, es decir 1,500 dólares en efectivo ($(0.03/2)(100,000)$). En el caso que la LIBOR cayera a un 8%, la parte que deseara cubrirse contra un aumento de la tasa LIBOR a 6 meses pagaría a su contraparte 2% sobre los 100 mil dólares (mil dólares).

Valuación del Precio de los Contratos Futuros y Adelantados

A continuación abordaremos la forma en que es calculado el precio de los Futuros y Adelantados, partiendo del hecho que, esencialmente, ambos contratos son uno sólo (si olvidamos el factor de estandarización, la Cámara de Compensación, etc.) y que cuando sus fechas de vencimiento son iguales, sus precios presentan una gran proximidad.

Para el objetivo de esta sección se asumen además varios supuestos, tales como que no se tiene la presencia de costos de transacción, los participantes del mercado pueden pedir prestado y otorgar préstamos a la misma tasa de interés (considerada como la tasa libre de riesgo), y del mismo modo éstos pueden tomar ventaja de las oportunidades de arbitraje cuando estas ocurran.

En seguida definimos la notación a ser utilizada tomando como punto de partida el contrato de adelantados. Sean,

F	Precio actual del adelantado
f	Valor actual de la posición larga en el adelantado
T	Tiempo para la fecha de entrega del adelantado (años)
S	Precio actual del bien subyacente o de referencia
K	Precio de entrega del adelantado
r	Tasa de interés libre de riesgo

Es conveniente aclarar que el precio del Adelantado F es diferente del valor del Adelantado f dado que el primero es igual, en cualquier momento, al precio de entrega que hace que el valor del adelantado sea cero. Al inicio del contrato, el precio de entrega es igual al precio del adelantado, esto implica que $F = K$, y $f = 0$. Conforme pase el tiempo, f y F irán tomando distintos valores.

A continuación presentaremos un ejemplo que permitirá visualizar la distinción entre las variables f y F . Y una vez discutido el ejemplo, definiremos la forma en la que se obtienen los valores para valorar este tipo de instrumentos derivados.

Consideremos un contrato a plazo de seis meses para comprar una acción que no paga dividendos. Supongamos que el precio actual de la acción es de \$15.00 (S) y que la tasa de interés libre de riesgo (r), considerada en forma continua, se ubica en 14% anual. Para conocer el precio del adelantado, imaginemos que el inversionista compra una acción por \$15.00 y que

¹² Tasa de interés guía de los euromercados de dinero que sirve de referencia para la mayoría de los préstamos internacionales en dólares. Su nominación viene de *London Interbank Offered Rate*.

adquiere un contrato a plazo para vender dicha acción en seis meses. Recordemos que al celebrarse el contrato, su valor (f) es igual a cero. De esta forma, el inversionista simplemente está intercambiando hoy un pago de \$15.00 por un flujo de efectivo sin riesgo igual al precio del adelantado en seis meses.

Es así, como el precio del contrato (F) deberá ser igual al valor futuro a seis meses del precio del bien subyacente, considerado como invertido a la tasa libre de riesgo. De lo anterior, se sigue que,

$$F = 15e^{0.14 \cdot \frac{1}{2}} = 16.09$$

Si el precio fuera distinto de $F = 16.09$ habría oportunidades de arbitraje: es decir, si el precio fuese mayor, el arbitrajista podría pedir prestado \$15.00 a un tasa de interés igual (14% anual) y comprar la acción y vender un contrato de adelantados para ceder la misma acción en 6 meses. Si el precio del contrato fuese de \$20.00, al término del periodo el arbitrajista entregaría la acción recibiendo el precio del adelantado y pagaría lo prestado, para lo que requeriría contar con:

$$15e^{0.14 \cdot \frac{1}{2}} = 16.09$$

De esta forma, al final de los seis meses el inversionista habrá asegurado una ganancia de \$3.91 ($\$20.00 - \16.09).

Como hemos asumido que el contrato se ha efectuado hoy, en este momento el precio de entrega es igual al precio del adelantado. Es decir: $K = \$16.09$

Ahora, supongamos que el contrato fue celebrado hace algún tiempo y que le quedan 6 meses para su vencimiento. Se sabe que el precio de entrega es de \$13.00 y la tasa de interés continua libre de riesgo sigue siendo de 14%, al igual que los demás elementos. De esta forma, en 6 meses el poseedor del contrato requerirá \$13.00 para cubrir sus obligaciones, lo cual traído a valor presente es equivalente a,

$$13e^{-0.14 \cdot \frac{1}{2}} = 12.12$$

Para el inversionista es conocido que \$12.12 en efectivo más el contrato de adelantados le permitirán la propiedad de la acción en 6 meses. Como no se pagan dividendos sobre la acción, podemos decir que \$12.12 más el contrato del derivado es equivalente a poseer una acción hoy. Dado que el precio actual de la acción es \$15.00, entonces el valor del contrato adelantado f , estará dado por,

$$12.12 + f = 15$$

$$f = 2.88$$

Si f fuese diferente a este valor, una vez más se presentarían oportunidades de arbitraje.

FALLA DE ORIGEN

El valor de un contrato adelantado (f) es el valor presente de la cantidad por la cuál el precio actual del contrato supera al precio de entrega. Como sabemos que el precio actual del adelantado es de \$16.09, por tanto,

$$f = (16.09 - 13)e^{-0.14 \cdot \frac{1}{2}} = 2.88$$

lo cual es congruente con el análisis anterior.

Procedimiento de Valuación

Ahora definiremos formalmente la manera en la que se determinan f y F haciendo uso de la notación introducida al inicio de la sección. Consideremos dos posiciones de inversión sobre una acción que no paga dividendos:

Posición A: Un contrato adelantado sobre una acción más una cantidad en efectivo igual a Ke^{-rT} .

Posición B: Una acción.

En la posición A, se asume que el efectivo será invertido a la tasa de interés libre de riesgo, de tal forma que crecerá a un valor K en un periodo de tiempo T . Asimismo, esta cantidad podrá ser usada para pagar la acción en la fecha de entrega del contrato de adelantados. Por lo tanto, en la fecha de la entrega, la posición A estará conformada por una acción, lo cual será análogo para la posición B. Como las posiciones son conocidas e igualmente valuadas para la fecha de entrega, entonces del mismo modo deberán ser equivalentes en el presente. Si esto no fuese cierto, un inversionista podría lograr un beneficio sin riesgo obteniendo la posición menos cara y permaneciendo corto en la más cara.

De ahí que,

$$S = f + Ke^{-rT}$$

o despejando,

$$f = S - Ke^{-rT} \dots\dots\dots (1)$$

Al utilizar la ecuación (1) para el ejemplo anterior, $S = 15$, $K = 13$, $r = 0.14$ y $T = 0.5$, tenemos que nuestros resultados concuerdan con la teoría, y

$$f = 15 - 13e^{-0.14(0.5)} = 2.88$$

Cuando se establece un contrato de adelantados su precio es igual al precio de entrega especificado en el mismo, de tal forma que el valor del contrato es cero. De ahí que, el precio del adelantado F sea el valor de K que hace que $f = 0$ en la ecuación (1), es decir:

$$F = K = Se^{rT}$$

Por lo tanto,

$$F = Se^{rT} \dots\dots\dots (2)$$

Verificando nuevamente el ejemplo nos da,

$$F = 15e^{0.14(0.5)} = 16.09$$

Ahora bien, si conjuntamos las ecuaciones (1) y (2), obtenemos:

$$f = Fe^{-rT} - Ke^{-rT} = (F - K)e^{-rT}$$

Ecuación que corresponde a la observación del ejemplo en el sentido que el valor de un contrato de adelantados es igual al valor presente de la diferencia entre el precio del adelantado y su precio de entrega.

Finalmente diremos que las diferencias teóricas entre los precios adelantados y los futuros son, en la mayoría de las veces, suficientemente pequeñas y por tanto pueden ser ignoradas. En la práctica hay un sinnúmero de factores, no reflejados en los modelos teóricos, que pueden causar que los precios de adelantados y futuros sean diferentes, entre otros podemos mencionar los impuestos, los costos de transacción, el régimen de márgenes, la mayor liquidez para el caso de los futuros y su relativa facilidad de negociación. Asimismo, el riesgo de la contraparte será, generalmente, menor para el caso de un contrato futuro debido a la intervención de la cámara de compensación. A pesar de todos estos puntos y dado el carácter introductorio del presente trabajo, asumiremos que los resultados de valuación analizados para los adelantados son también aplicables a los contratos de futuros. De hecho, algunas investigaciones como las de Cornell, B. y M. Reinganum (1981), así como la realizada por Park, H. Y. y A. H. Chen (1985) confirmaron las pocas diferencias estadísticamente significativas entre dichos precios.

1.3.4 Contratos de Swaps

Los *Swaps* o *Permutas Financieras* son convenios privados, es decir que son negociados de manera extrabursátil, entre dos partes y se utilizan para reducir el coste y el riesgo del financiamiento de las empresas. Los Swaps son transacciones financieras en las que las dos partes contractuales acuerdan intercambiar flujos monetarios durante un tiempo con el objetivo principal de mitigar las variaciones de las divisas y de las tasas de interés, siendo su razón de ser tanto la inadecuación de la clase de financiamiento obtenido por algún participante de este tipo de contratos, como las condiciones del mismo mercado que le son accesibles.

En ocasiones han sido identificados como una serie consecutiva de contratos adelantados hechos a la medida, los cuales no necesariamente involucrarían la entrega física del bien subyacente al que refieren, sino que se tendrían compensaciones en efectivo. Además los swaps incluyen cláusulas especiales, montos y plazos mayores. Estas cláusulas pueden referirse a la forma de pago, plazo, garantías, etc.

Por ejemplo, un contrato de Swaps puede ser realizado de la siguiente manera. Supongamos un Swap convencional de tasa de interés¹³ en que tenemos dos partes, una que ha adquirido un préstamo a una tasa de interés fija y la otra ha adquirido otro a tasa flotante. Aquí, las contrapartes intercambian sus pagos de interés, por lo cual la que iba a realizar los pagos fijos ahora los hará flotantes y recibirá una tasa fija. Es decir, la contraparte se compromete a pagar una tasa fija y recibir una flotante. Realizando estos pagos con una frecuencia preestablecida, haciendo sólo el pago compensatorio de la diferencia entre ambas tasas.

Fue en 1981 cuando se negoció el primer swap en los Estados Unidos. El cual fue emitido sobre divisas y se efectuó entre IBM y el Banco Mundial a través de la intermediación de Salomon Brothers. Al siguiente año, en 1982, se llevó a cabo el primer swap de tasas de interés cuando la Asociación Comercializadora de Préstamos a Estudiantes (*Student Loan Marketing Association*) cambió una tasa de interés fija por una flotante. Para mediados de los años ochenta, los swaps se volvieron instrumentos muy populares en los ambientes financieros, al grado que los principales bancos estadounidenses y del Reino Unido comenzaron a realizar transacciones de forma muy activa. Cuando los swaps comenzaron a utilizarse de forma rutinaria surgió la necesidad de estandarizar los contratos, debido a que cada institución financiera que fungía como intermediario, usaba sus propias convenciones y terminología al efectuar sus operaciones. Esto traía como consecuencia que el comercio y/o las negociaciones entre intermediarios fueran muy problemáticas, lo que restaba liquidez al mercado.

Por lo que en 1985 la ISDA, siglas en inglés de la Asociación Internacional de Negociadores de Swaps (*International Swap Dealers Association*), estandarizó todos los términos de negociación de los contratos a través de la expedición de un código. En 1987 expidió dos convenios más; uno para los swaps de tasas de interés y el otro para el intercambio de tasas de interés y de divisas. Posteriormente, en 1990, se desarrolló la legislación de Compensación (o Neteo) que fue puesta en vigor en ese momento en Estados Unidos, misma que se desarrolló a raíz de que hasta entonces las partes estaban expuestas al riesgo de incumplimiento de los términos del contrato por la contraparte, aunado al hecho de que si uno de los participantes se abstenia de cumplirlos, el otro se veía obligado por ley a continuar con las obligaciones. Antes de la instauración de esta legislación se tenía que, por ejemplo, una institución financiera que contaba con un contrato de swaps con una empresa "X", en donde recibía 2 mil dólares, al tiempo que pagaba mil dólares; aunque la empresa anunciara su incapacidad para continuar con el pago de los 2 mil dólares por bancarota, la institución financiera estaba obligada a seguir con la obligación, es decir, tenía que seguir haciendo su pago de mil dólares. En la actualidad, cuando estos percances suceden los contratos de swaps vigentes se compensan o netean. De este modo, en el caso anterior la institución financiera ya no estaría obligada a continuar realizando los pagos cuando la empresa se declarara en bancarota y pasaría a convertirse en uno más de los acreedores, claro por la diferencia o saldo "neto" a su favor, en este caso por mil dólares.

¹³ Conocido también como *plain vanillas* o *coupon swap*.

Desde el punto de vista de la cobertura, los Contratos de Swaps resultan ser mejores instrumentos para cubrir la exposición a riesgos cambiarios y de tasas de interés a largo plazo, ya que presentan una mayor liquidez y menores costos en términos del tiempo. Por su parte, los contratos de Opciones, Futuros y Adelantados son más apropiados cuando las cantidades a negociar y el tiempo son menores. Sin embargo, debe tenerse en cuenta los riesgos asociados con los swaps, debido a que en este tipo de transacciones no existe una Cámara de Compensación, como con los contratos antedichos, para responder en caso del incumplimiento de alguna de las partes.

El crecimiento del mercado de Swaps se ha debido a ciertas diferencias estructurales entre los mercados financieros donde estos derivados han encontrado cabida, entre estas se pueden citar:

- La creciente globalización de los diferentes mercados de capitales, misma que ha hecho que los swaps sobre divisas puedan ser cada vez más utilizados para enlazarlos entre sí.
- La transformación de la gestión de los activos y de las deudas a mediano y largo plazo gracias, principalmente, a la aparición del swap de tasas de interés.

1.3.4.1 Swaps de Tasas de Interés

El swap de tasas de interés (*interest rate swap*) es un contrato financiero entre dos partes que desean un cambio de intereses, derivados de los pagos o cobros de las obligaciones que se encuentran convenidas a diferentes bases, ya sea tipo fijo o flotante, sin existir transferencia del principal y operando en la misma moneda. Cada uno paga los intereses de la deuda de su contraparte, excluyendo del convenio la amortización del principal, que no cambia de manos.

Su objetivo es el de optimizar el coste en términos del tipo de interés, colocando los recursos financieros con base tanto en las diferencias de calidad crediticia de los participantes en cada uno de los mercados, como en el mejor aprovechamiento de las deficiencias de los mismos.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo es realizado en la práctica un contrato de Swaps de Tasas de Interés. Figúrense dos compañías, Petróleos Mexicanos y Cementos Mexicanos, que desean pedir prestado \$2 millones de dólares por un año y les han sido ofrecidas las siguientes tasas:

	Tasas Fijas	Tasas Flotantes
Pemex	15.00%	LIBOR a 6 meses + 0.50%
Cemex	16.50%	LIBOR a 6 meses + 1.00%
Diferencias	1.50%	0.50%

Supongamos que Cementos Mexicanos (Cemex) desea pedir prestado a una tasa fija, mientras que Petróleos Mexicanos (Pemex) desea hacerlo a una tasa flotante vinculada a la tasa LIBOR a 6 meses. Claramente, Cemex tiene una calidad crediticia menor que la de Pemex,

debido a sus mayores tasas de interés, tanto en el mercado de tasas fijas como flotantes. Un aspecto interesante sobre las tasas ofrecidas a ambas compañías es que se encuentra una mayor diferencia entre las tasas fijas que en las flotantes. Cemex paga 1.5% más que Petróleos en el mercado de tasas de interés fijas y, únicamente, 0.5% más en el mercado de tasas de interés flotante. Lo anterior probablemente se deba a que su calidad crediticia es menor para el primer mercado.

Sin embargo, Pemex adquiere su deuda a una tasa fija del 15% y Cemex lo hace a una tasa flotante LIBOR a 6 meses + 1%, debido posiblemente al hecho que cuando se contrató este pasivo las fuentes de financiamiento les eran más convenientes. Al transcurso de algún tiempo, y pese a ello, ambas compañías se percatan de la dificultad de seguir manteniendo sus pasivos o activos como originalmente habían sido contratados, por lo que ahora deciden intercambiar sus deudas para procurarse las tasas que originalmente esperaban. Ante lo cual celebran un contrato de *swaps*, donde Pemex determina actuar con tasa flotante debido a sus expectativas bajistas y Cementos Mexicanos lo hace con tasa fija, ya que espera que las tasas de interés se incrementen.

Una vez efectuado el contrato, Pemex asume la responsabilidad de pagar a Cemex intereses de \$2 millones de dólares sobre LIBOR a 6 meses + 1% y recibir pagos sobre intereses fijos. Por su parte Cemex acuerda pagar a Pemex intereses fijos al 15% por año sobre una cantidad igual y recibir pagos de interés flotante.

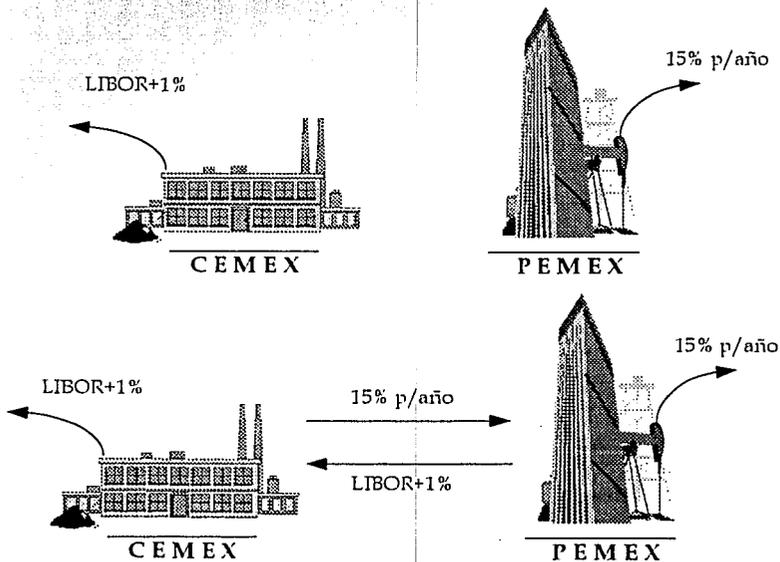


Figura 1-7. Negociación de un contrato de Swaps entre dos instituciones.

De esta manera, ambas compañías se encontrarían cubiertas, implicando una menor exposición al riesgo en sus respectivos pasivos.

Usualmente las dos compañías, como en este caso, no permanecen en contacto entre ellas; por lo general, en todo contrato de Swaps figura un banco o institución financiera que realiza el papel de intermediario entre las dos partes. De hecho, cada uno de los lados de la operación realiza un contrato por separado, por lo que no existe la necesidad de conocerse entre sí. Normalmente los detalles del contrato son asumidos verbalmente y, posteriormente, son confirmados por escrito. Una vez concretado, se firma un extenso contrato que cubre todos los aspectos del contrato de swaps, en donde se incluyen los procedimientos de pago y de una posible cancelación del mismo.

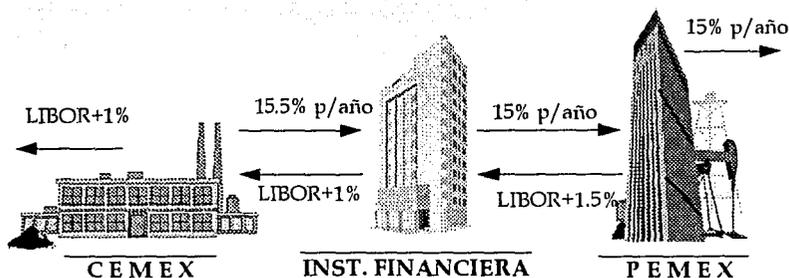


Figura 1-8. Intervención de una institución financiera en la negociación de un contrato de Swaps entre dos instituciones.

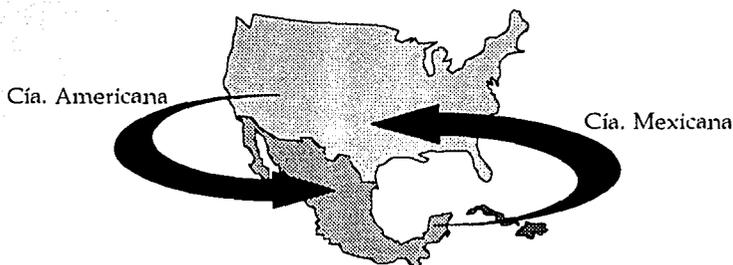
En la práctica es muy difícil que dos compañías contacten con la institución financiera al mismo tiempo y que deseen tomar exactamente la misma posición o la contraria con el mismo swap. Por esta razón, la mayoría de las instituciones financieras están preparadas para llevar a cabo estos swaps de tasas de interés, a cambio de la comisión respectiva. De tal forma que al celebrarse el swap con alguna compañía, la institución financiera asume el riesgo tomando el papel de la contraparte hasta que es encontrada alguna interesada, hecho que dota de gran liquidez al mercado de este tipo de instrumentos.

1.3.4.2 Swaps de Divisas

El **swap de divisas** es un contrato financiero entre dos partes que desean intercambiar su principal, mismo que se encuentra en diferentes divisas o monedas, por un periodo de tiempo acordado. Al ser transferido el capital, se aprovechan las ventajas relativas de que dispone cada prestatario en el mercado primario en el que emite. Al término del contrato los principales son intercambiados al tipo de cambio original, asimismo, durante el periodo del contrato las partes pactan pagar sus intereses recíprocos.

El swap de divisas, al igual que el de tasas de interés, es motivado por las ventajas que representa para los contratantes, ya que cada parte puede obtener los fondos que requiere de una forma más barata que si los hubiese conseguido directamente en los mercados de difícil acceso para la misma.

Consideremos, por ejemplo, una compañía estadounidense que comenzará a operar en nuestro país gracias a las facilidades otorgadas por el Tratado de Libre Comercio (TLC). Esta compañía es poseedora de un muy buen prestigio en los círculos financieros estadounidenses; sin embargo, no ocurre lo mismo con los respectivos nacionales. En otras palabras, esta compañía tiene una alta calificación como prestatario y le es muy sencillo y barato lograr un financiamiento en dólares en los Estados Unidos, lo que no ocurre en nuestro país para obtener pesos. Puede darse el caso que la compañía estadounidense se encuentre con alguna compañía mexicana que esté en la misma situación, es decir, que desee invertir en territorio americano o financiar alguna filial suya a través de una inversión, pero que no es conocida en los círculos crediticios americanos.



En este caso ambas partes pueden obtener financiamiento en la divisa que desean a través de un contrato de swaps de divisas. Lo cual resultaría en un costo menor que si los dos acudieran directamente a los mercados respectivos.

En primera instancia, la compañía estadounidense puede emitir en el mercado americano \$2 millones de dólares en bonos al 9% con un vencimiento dentro de 10 años; en el caso que lo hiciera en el mercado mexicano, podría emitir \$7 millones de pesos al 8.5% que, a un tipo de cambio hipotético de \$3.50 pesos por dólar, es el equivalente a los 2 millones de dólares.

Por otra parte, la compañía mexicana puede emitir \$7 millones de pesos a 10 años en bonos al 7.5% en el mercado nacional; no obstante, podría emitir bonos por \$2 millones de dólares al 10% en los Estados Unidos. Aunque las dos compañías realizaran la emisión de bonos en sus respectivos mercados, el contrato de swaps debe efectuarse en donde estarán de acuerdo en intercambiar los ingresos de estas emisiones y realizar los pagos periódicos que reflejen la obligación de los intereses en la moneda de la contraparte poseedora de los bonos. Al llegar el vencimiento del contrato, dentro de 10 años, y una vez que los bonos hayan sido amortizados, las partes volverán a intercambiar los principales.

	Tasas para Pesos	Tasas para Dólares
Cía. Americana	8.5%	9.0%
Cía. Mexicana	7.5%	10.0%
Ahorro:	1.0%	1.0%
Montos:	7 millones pesos	2 millones dólares

El ahorro que obtiene la compañía americana es la diferencia entre los intereses pagados en pesos por medio del swap de divisas y los intereses que serían pagados en el caso que esta empresa hubiese efectuado su propia emisión de bonos para obtener pesos mexicanos en el mercado nacional; es decir, $8.5\% - 7.5\% = 1\%$ anualmente.

De la misma manera, la compañía mexicana obtiene un ahorro de la diferencia de los intereses pagados en dólares por medio del swap y los intereses que hubiese pagado de haber hecho su propia emisión de bonos en el mercado estadounidense; es decir, $10\% - 9\% = 1\%$ anualmente. Casualmente en este caso el ahorro es el mismo para ambas partes, sin embargo esto no siempre sucede, no obstante esto es posible al grado que se puede procurar que la empresa más grande e importante obtenga un ahorro mayor.

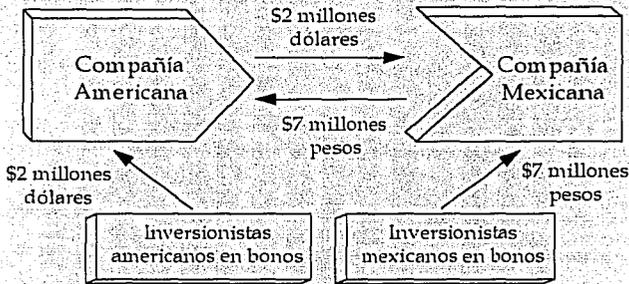


Figura 1-9. Flujos de efectivo en un contrato de Swaps de Divisas entre una compañía americana y una mexicana

Es oportuno resaltar que todas las operaciones, tales como el intercambio del principal al principio y final del contrato, así como los flujos durante la vida del mismo, son hechos en base al tipo de cambio de contado existente al comienzo del swap (para nuestro ejemplo el tipo de cambio se mantendría en \$3.50 por dólar).

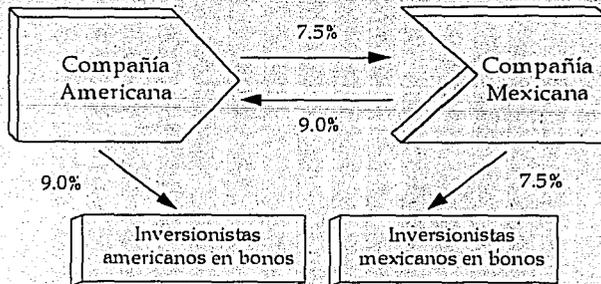


Figura 1-10. Pago de los intereses en la moneda de la contraparte dadas las obligaciones del contrato de Swaps de Divisas.

Una institución financiera puede asumir la posición de intermediario y obtener una ganancia por facilitar el pago de los fondos a ambas partes, además de que puede fungir como corredor de los Contratos de Swaps.

La institución financiera, además de facilitar la posición en este tipo de instrumentos, al mismo tiempo monitorea su exposición al riesgo en aquellas divisas que formen parte de su portafolio, de tal forma que su cobertura contra el riesgo está generalmente garantizada.

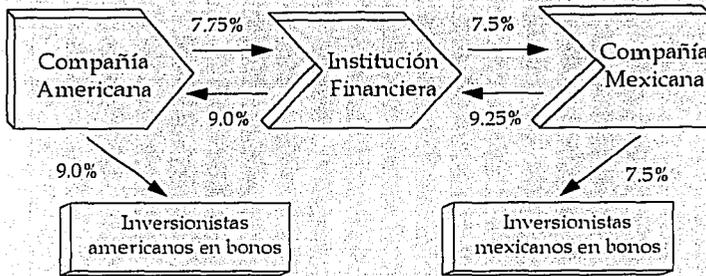


Figura 1-11. Pago de los intereses en el contrato de Swaps de Divisas a través de un intermediario financiero.

1.3.4.3 Participantes en el Mercado de Contratos de Swaps

Existen dos instancias que pueden ser participantes del mercado de contratos de Swaps. Los primeros son los llamados **usuarios finales o contrapartes**, los cuales pueden ser cualquier entidad con deseos de participar en tales contratos: industrias, instituciones financieras, empresas paraestatales, secretarías del gobierno, bancos de primer y segundo piso, instituciones de ahorro y fomento a la inversión, así como organismos multilaterales, entre otros. En este caso podríamos por ejemplo catalogar a Vitro, Alfa, Petróleos Mexicanos, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Nacional Financiera, el Banco de Comercio Exterior, Banamex y el Eximbank Americano. Cada uno de ellos puede participar en cualquier momento en un swap de tasas de interés o de divisas por uno o varios motivos, resaltando la cobertura del riesgo de cambio en las tasas de interés o en cambios imprevistos en el tipo de cambio.

Los segundos participantes del mercado de Swaps son los llamados **intermediarios**, que a la fecha son constituidos, principalmente, por instituciones financieras en el extranjero, fundamentalmente en Estados Unidos, el Reino Unido, Japón y Suiza. Estos intermediarios desempeñan por lo general tres funciones que se encuentran muy relacionadas entre sí. La primera de ellas es el corretaje, que consiste en la búsqueda y reunión de los dos usuarios finales de un contrato de Swaps, siendo ésta una de las operaciones más importantes debido al tiempo y

costos empleados. Otra función importante es el **diseño** de los contratos. Como hemos mencionado y definido, los Swaps básicos existentes en el mercado son los de tasas de interés y de divisas; sin embargo, muchos de los usuarios finales no desean acordar un Swap con las características y términos de los contratos básicos o convencionales. De ahí la necesidad de los intermediarios por diseñar variantes que prevean las necesidades de los usuarios, lo que ha fomentado que, desde mediados de la década pasada, se innovaran diversos tipos de contratos en este mercado, mismos que serán brevemente expuestos en la siguiente sección.

Otra de las funciones importantes es el **proceso de distribución**, que aunque en algún momento dado puede ser confundido con la función de corretaje, ya que en ambas el intermediario busca y reúne a los usuarios finales, no obstante en el proceso de distribución, y de ahí la diferencia, el intermediario toma posiciones volviéndose una de las contrapartes. Es decir, cuando un swap es recientemente diseñado y poco conocido, salvo por un usuario final al que le fue probablemente diseñado, es difícil encontrar una contraparte que asuma la posición contraria. Para lograr dar un trato eficiente a su clientela los intermediarios toman la posición como una de las contrapartes.

Por lo tanto, los intermediarios se han vuelto usuarios finales importantes, y a los mercados de Swaps les han dotado de un creciente volumen comercial y de una mayor competencia y sofisticación.

1.3.4.4 Otros Contratos de Swaps

Un Swap, en su forma más general, es un instrumento financiero que involucra el intercambio de flujos monetarios durante el tiempo conforme a un patrón que depende del valor de una o más variables subyacentes. Por lo tanto, no existen límites al número de posibles tipos de swaps que pueden ser diseñados. Además de los Swaps de tasas de interés fija por flotante y de los convencionales de divisas, existen una gran cantidad de tipos o variantes de contratos.

El **swap de tasa flotante por flotante** es uno de ellos, el cual es concebido para aquellos usuarios finales que no tienen la necesidad de intercambiar una tasa fija por una flotante o viceversa, sino que desean el intercambio por otra flotante; por ejemplo, en el caso de una compañía inglesa que haya contratado un crédito a tasa LIBOR más algunos puntos base y que necesita cambiarla por alguna americana flotante como la de los Certificados del Tesoro (*Treasury Bills*). También puede ser otra variante del intercambio de tasas flotantes, el swap de tasas flotantes a distintos plazos, por ejemplo, LIBOR a 6 meses por Certificados del Tesoro a 3 meses.

Asimismo existen los **swaps con características de opciones**, comúnmente llamados *Swapciones*, que al igual que las opciones pueden llegar a ser tan complejas e incluir varios tipos de ellas. Los **swaps de tipo de venta** (*putable swaps*) son pactados sobre una opción de tipo de venta (*put*), mismos que consisten en la realización de un contrato de swaps de tasas de interés fija por flotante, con una opción de venta que le da al usuario final que paga la tasa flotante, el derecho de terminar el swap antes de su fecha de vencimiento. Es decir, si se celebra una swapción de tipo de venta, fijándose una tasa de interés que funcionaría como el precio de ejercicio y, si antes de la fecha de vencimiento del swap, su tasa (flotante) se encuentra por

“arriba o a la par” de la concertada, el usuario final tiene el derecho más no la obligación de terminar el contrato antes de su vencimiento. Por tanto, deberá cubrir un precio para ejercer este derecho, mientras que el swap resulta ser más barato para quien viene pagando tasa fija.

Existen dos tipos de swapciones, los de tipo de venta, que ya hemos explicado, y los de tipo de compra (*callable swaps*), que como su nombre lo indica, incluyen una opción de tipo de compra (*call*). Considerando el mismo caso anterior, la swapción le otorgaría a quien paga tasa fija (quien recibe la tasa flotante) el derecho más no la obligación de finalizar el swap antes de su fecha de vencimiento. Es decir, si la tasa flotante está por “debajo o a la par” de la tasa concertada antes de la fecha de vencimiento, quien cubre la tasa fija puede terminar el swap. Así, el que paga tasa fija paga por la opción de compra y, como resultado, el swap será más barato para el que había venido pagando tasa flotante, situación contraria para el que ejerce la swapción.

Otro grupo de swaps lo representan los llamados **swaps de tasa tope**. Estos protegen a los usuarios que pagan tasa flotante, ya que al fijarse una tasa tope, el usuario final no puede concluir el contrato de swap si la tasa flotante se eleva por encima de la tasa tope, sino que simplemente no pagará más allá del mismo. Así como existen swaps que establecen un tope en la tasa flotante, también existe uno que define un máximo y un mínimo para esta tasa, el denominado **swap mini-max**. En este contrato el usuario sólo se compromete a pagar hasta los límites máximos y mínimos sin la oportunidad de terminar el contrato.

Los **swaps con plazos extendibles** permiten a una de las partes contratantes extender el período del convenio. Esto sucede cuando el que ha contraído una deuda a tasa fija y la ha intercambiado por una flotante a través del swap, observa que esta tasa ha seguido una tendencia a la baja aunado al hecho que se espera que continúe así, ante lo cual el usuario deseará extender el convenio para seguir aprovechando el contrato. En el caso contrario, quien paga una tasa fija deseará extender el convenio si las tasas de interés suben, dado que él continuaría pagando la tasa fija y recibiría una flotante.

También tenemos a los **swaps adelantados**, que son como cualquier otro contrato de swaps pero la fecha de inicio es diferida a una futura, es decir, la fecha de vigencia del contrato inicia en fecha distinta a la de celebración del mismo, con lo que a los participantes les asegura el estado actual de las tasas de interés. Los **swaps cuya tasa se determina en forma retardada** es otro tipo de contrato que resulta atractivo si se pronostican movimientos en las tasas.

Con los **swaps de divisas** las variantes son muy similares a las antes expuestas, con la diferencia que son celebrados con divisas y que casi siempre los principales se intercambian al inicio y al final de los contratos. Sin embargo, también existen un tipo especial de swaps de divisas en donde se intercambia el principal y es amortizable durante la vida del contrato, por lo cual, los principales no se vuelven a intercambiar al final debido a que estos se han amortizado totalmente. En este tipo de swaps, que también es muy practicado con los de tasas de interés, se confiere un riesgo crediticio menor a ambas partes, ya que los pagos del principal se efectúan durante la vida del convenio, en vez de presentarse en un sólo pago al vencimiento del mismo.

Todas estas variantes de swaps pueden ser combinables, se puede combinar un swap de tasas de interés con plazo extendible de tasa flotante por flotante a diferentes plazos, un swap de tipo de compra de divisas con tasa fija por tasa flotante, etc.

1.4 Perspectivas en México

Hasta mediados de 1994, el Sistema Financiero Nacional había estado experimentando una marcada modernización, en la que se vislumbraba cercana la continuación del estudio de factibilidad, llevado a cabo en noviembre de 1991, para la puesta en marcha de la negociación de productos derivados en nuestro país. Hecho que, tal como se había mencionado anteriormente, estableció como una primera fase la operación de los Títulos Opcionales (Warrants), mismos que se vienen negociando desde 1992 cada vez más activamente. Asimismo, recordemos que ya se había hecho patente la necesidad de un mercado de futuros sobre instrumentos financieros, índices accionarios, tipos de cambio, y diversas mercancías agrícolas tales como frijol, maíz, etc., proyecto que a la fecha se ha paralizado.

No obstante, en la actualidad diversas empresas mexicanas se han comenzado a introducir en la negociación de los instrumentos derivados ya sea en el extranjero o de forma extrabursátil. Lo anterior ha permitido que como participantes del mercado se familiaricen con estos relativamente nuevos instrumentos e igualmente, se percaten de sus ventajas, primordialmente en términos de cobertura, en la disminución de costos de financiamiento y en la generación de mayor liquidez.

Con la instauración de un mercado de futuros en el Sistema Financiero Nacional, se otorgaría a las empresas mexicanas la posibilidad de recurrir a este tipo de contratos fundamentalmente para asegurar ventas futuras y cubrirse contra la volatilidad existente en el mercado, además de los conocidos beneficios en el sentido de la redistribución de riesgos, en la estabilización de precios y en el reconocimiento de precios futuros de los bienes de referencia, que los futuros presentarían para el mercado en general.

Respecto a los contratos de swaps, sólo algunas instituciones mexicanas han utilizado y presenciado las cualidades de estos tipo de derivados, y en la mayoría de las veces la contraparte ha sido estadounidense, por lo que la negociación de swaps referidos a tasas de interés nacionales no ha cobrado frutos. Únicamente en la medida en que se desarrolle activamente el comercio de instrumentos de deuda denominados en pesos a tasa fija y en plazos mayores, será posible la difusión y claro aprovechamiento de un mercado nacional de swaps, que otorgue a sus participantes el beneficio de cobertura contra la exposición a riesgos cambiarios y de tasas de interés, así como la reducción en los costos de fondeo.

Sin embargo, con la reciente crisis económica las autoridades financieras de nuestro país se vieron en la necesidad de autorizar, una vez más, la negociación con pesos mexicanos en el extranjero a través de la emisión de contratos de futuros en los Estados Unidos, esto como parte de una política correctora, más que como una de carácter previsor. En este mismo sentido, Guillermo Ortiz Martínez, Secretario de Hacienda y Crédito Público, anunció a principios de 1995 la puesta en marcha en nuestro país de un mercado de opciones y futuros para el peso mexicano con el objeto de mitigar la considerable volatilidad que se ha venido manifestando en el mercado cambiario peso/dólar a raíz de la devaluación de diciembre de 1994.

No obstante lo anterior, pensamos que las bases para establecer un mercado de derivados deben darse paulatinamente, conforme el mismo mercado lo requiera y con el suficiente apoyo tecnológico, asimismo las condiciones de estabilidad económica, política y social deben estar presentes durante dicho procedimiento. Es así, que iniciativas como la antedicha en momentos

por los que atraviesa nuestro país, podrían fomentar especulación, iliquidez y efectos adversos, más que corregir las ineficiencias que obligan su instauración.

De ninguna manera negamos la necesidad de contar con un mercado integral de productos derivados si es que se desea ser partícipe de los retos que impone la desregulación y globalización, en provecho de alcanzar un nivel de competitividad a escala internacional en la continua transformación de los mercados financieros. Es más, pensamos que su instauración se efectuará en provecho de la cultura y actividad financiera e, igualmente, esperamos que de alguna manera puedan darse las ventajas que potencialmente se han recogido de la experiencia de otros países, tales como:

- Introducir alternativas de participación y financiamiento en el mercado nacional.
- Favorecer la competitividad de las instituciones financieras de intermediación.
- Coadyuvar al fortalecimiento de la inversión en valores de empresas nacionales.
- Proporcionar estabilidad al mercado, al tiempo que impulsan el crecimiento en el número de inversionistas.
- Mejorar los niveles de liquidez, principalmente con efectos en el mercado al contado.



CAPÍTULO II

LA ESTRUCTURA DE LOS TÍTULOS OPCIONALES.

Una vez adentrados en el mundo de los productos derivados y descritas las propiedades y características de los contratos adelantados, futuros, *swaps*, así como brevemente las de los títulos opcionales, en este capítulo determinaremos la constitución de estos instrumentos en forma detallada.

Por tal motivo, el presente capítulo se toma de suma importancia debido a que se cimentarán las bases conceptuales de estos títulos. En esta parte se describen cada uno de los diferentes tipos de opciones existentes, precisando su estructura y participación en el mercado. Asimismo, se desarrollarán y señalarán aspectos preliminares para uno de los temas fundamentales del trabajo; el relativo al análisis de modelos de valuación que será tratado en el capítulo próximo. De esta forma, el lector se irá familiarizando con la terminología y mecanismos básicos de la teoría de valuación de opciones.

También estableceremos las tácticas principales de inversión, dependiendo de las expectativas del inversionista sobre el comportamiento de los precios del mercado y, como parte final del capítulo, será presentado el aspecto legal en el cual se han definido y por el que se rigen dichos instrumentos. De esta forma, el análisis preliminar realizado en esta etapa del trabajo sobre la valuación del precio de estos títulos, será tratado y ampliado profundamente en los capítulos posteriores. Pensamos que esta parte del trabajo es fundamental para comprender la esencia de los instrumentos en cuestión, y al mismo tiempo, el conocer las características de su estructura nos permitirá analizar las bases teóricas que sustentan su valuación.

2.1 Tipos de Títulos Opcionales

Se ha planteado en el capítulo primero de esta tesis, una somera explicación acerca de los Títulos Opcionales (Warrants) en donde se especificaron, entre otros aspectos, sus antecedentes así como las ventajas que representan para los participantes del mercado. Recordemos que los **títulos opcionales (warrants)** otorgan, mediante el pago de un precio o prima, el derecho pero no la obligación de comprar o vender una cantidad determinada de un bien subyacente o de referencia a un precio específico que se denomina precio de ejercicio y a un período predeterminado o a una fecha establecida. Actualmente en nuestro país, dichos títulos pueden ser emitidos únicamente por Casas de Bolsa, Instituciones Financieras y por Sociedades Anónimas

con acciones registradas en la Bolsa Mexicana de Valores; y los bienes regulados sobre los que pueden referirse son: acciones, canastas de acciones e índices de precios.

De nuestra definición se desprenden los dos tipos básicos de títulos opcionales. Cuando el título le otorga al inversionista el derecho de “comprar” un bien a un cierto precio y a una fecha designada, es denominado **título opcional de compra** u opción de compra (*call option*). A su vez, cuando el título confiere el derecho de “vender” un bien a un precio y fecha determinados se le llama **título opcional de venta** u opción de venta (*put option*).

El precio al que se especifica la “compra” o “venta” del bien subyacente en el contrato es denominado como el **precio de ejercicio** (*strike* o *exercise price*). La fecha que se fija como la terminación del contrato es conocida como la **fecha de expiración** (*expiration date*), o como la fecha de ejercicio (*strike* o *exercise date*), o bien, simplemente como el **vencimiento** (*maturity*). El precio a que se obliga el inversionista a pagar al emisor del título opcional para adquirir el derecho de “compra” o “venta” que otorga, es llamado la **prima** (*premium*) de la opción.

2.1.1 La Opción de Compra

Como hemos mencionado, la **opción de tipo compra** (*call*) es el derecho, más no la obligación de “comprar” una cierta cantidad de un bien a un determinado precio de ejercicio. Consideremos, por ejemplo, una casa de bolsa que emite una cierta cantidad de títulos opcionales de tipo de compra para adquirir acciones de FEMSA con un precio de ejercicio de \$20.00. Supongamos que el precio actual de la acción (bien subyacente del contrato) en el mercado es de \$18.50, la prima es de \$1.50 y que la fecha de vencimiento será en un año.

Un inversionista adquiere este título opcional porque piensa que la cotización de la acción de FEMSA va a subir y porque, por alguna razón, no puede comprarla en este momento. Su inversión es de \$150.00 dado que está interesado en tener 100 acciones de esta compañía, efectuando en realidad una compra de 100 títulos opcionales en el supuesto que cada warrant responda por una acción. Hasta el momento nos encontramos en la situación siguiente:

Bien Subyacente	FEMSA B
Precio del Bien Subyacente	\$18.00
Prima del Título Opcional	\$ 1.50
Precio de Ejercicio	\$20.00
Vencimiento	1 año
Inversión Inicial	\$150.00

Si a la fecha de vencimiento el precio de la acción resulta menor que el precio de ejercicio, el inversionista claramente no ejercerá el warrant, ya que podría encontrar la acción de FEMSA más barata en el mercado. En este caso el inversionista perdería solamente el valor de la prima equivalente a los cien títulos, es decir \$150.00. En el caso de que la acción continuara en el

mercado con el precio de \$18.50 y el inversionista ejerciera el warrant, tendría una pérdida mayor debido a que se vería obligado a comprar las acciones a un precio de \$20.00 en lugar de \$18.50, sumando además la pérdida por la prima, que por el número de acciones y títulos comprados sería:

Prima	- \$ 150.00
Ejercicio	-\$2,000.00
Precio de la acción en el mercado	<u>+\$1,850.00</u>
	- \$ 300.00

lo cual indica una pérdida total de \$300.00.

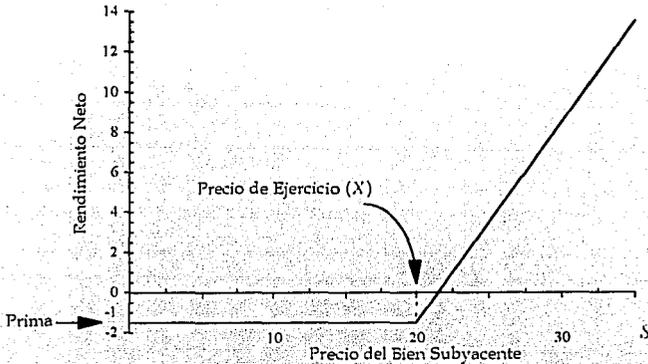
Por otra parte, si la acción estuviese por arriba del precio de ejercicio, el inversionista ejercerá sin duda el warrant. Figúrese que el precio de la acción es de \$22.50, ante lo que el inversionista ejerce su derecho y coloca (o revende) inmediatamente sus acciones en el mercado, obteniendo con ello una ganancia de \$2.50 por acción, ya que él compra a \$20.00 y vende a \$22.50. Considerando el total de valores, así como la prima, se obtiene el siguiente resultado:

Prima	- \$ 150.00
Ejercicio	-\$2,000.00
Precio de la acción en el mercado	<u>+\$2,250.00</u>
	\$ 100.00

es decir, el inversionista obtiene un beneficio de \$100.00.

La gráfica 2.1 resume nuestro ejemplo al indicar el perfil de riesgo-rendimiento para el inversionista, en este caso el comprador del título opcional de tipo compra. El eje de las abscisas indica el precio del bien subyacente, donde se encuentra contemplado el precio de ejercicio del warrant; el eje de las ordenadas muestra los rendimientos o pérdidas netas derivadas de un movimiento en el precio de la acción, una vez que se ha comprado el warrant.

Al comprar el título opcional el inversionista paga la prima, misma que representa un egreso más que una pérdida, ya que en ese momento aún no se puede hablar de la existencia de la última. Si el precio de la acción permanece por debajo del precio de ejercicio, el warrant expirará sin valor alguno, al tiempo que el inversionista perderá, ahora sí, la prima pagada. Si por el contrario, el precio del bien subyacente se encuentra por arriba del precio de ejercicio, el inversionista tendrá la opción de ejercer el contrato comprando el bien de referencia al precio de ejercicio, pudiendo generar una ganancia con la venta inmediata de éste en el mercado.

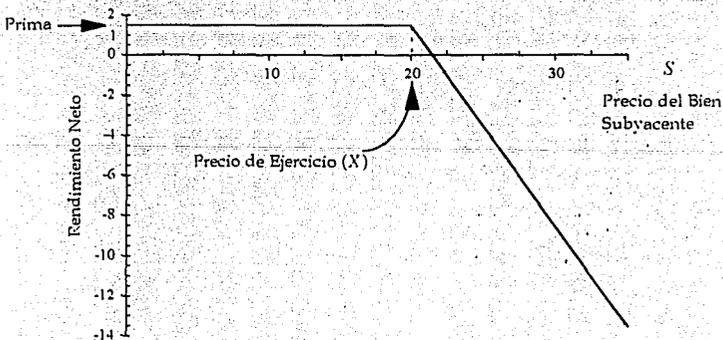


Gráfica 2-1. Perfil Riesgo-Rendimiento para el tenedor de un título opcional de compra.

Mientras más alto sea el precio de la acción de FEMSA en el mercado, el rendimiento neto para el poseedor del título opcional será mayor, tal como lo muestra la línea con pendiente positiva. Contrario a lo que podría parecer, la función no corta el eje de las abscisas en el precio de ejercicio, debido a que el inversionista no obtendrá “rendimientos” positivos hasta que el precio del bien subyacente sea lo suficientemente elevado (\$21.5) como para cubrir el gasto realizado por concepto del pago de la prima.

Por lo tanto, el *tenedor* de un título opcional de compra tiene un riesgo conocido y limitado de pérdida, el cual descansa en la prima de la opción, y una posibilidad desconocida e ilimitada de ganancia.

La gráfica 2.2 muestra el perfil de riesgo-rendimiento que se le presenta al emisor del título opcional. Esta gráfica no es otra cosa más que la representación inversa de la gráfica para el tenedor del warrant de compra.



Gráfica 2-2. Perfil Riesgo-Rendimiento para el emisor de un título opcional de compra.

La Casa de Bolsa que en este caso juega el papel de emisor, coloca o vende el título opcional de compra esperando que la cotización de la acción subyacente se mantenga estable o tienda a la baja durante los próximos doce meses, cobrando únicamente el valor de la prima. Es decir, mientras el precio de la acción o bien subyacente permanezca por debajo del precio de ejercicio, obtiene una utilidad igual a la prima o cantidad pagada por el contrato; asimismo, su egreso dependerá de si el precio de ejercicio es, o no, inferior al de mercado en la fecha de vencimiento. Si el precio de mercado supera al de ejercicio en tal fecha, el propietario de la opción reclamará la acción a la que tiene derecho, lo que resultará en una pérdida o menor ganancia para la Casa de Bolsa. Si por el contrario, se cumplen las expectativas del emisor, la opción no será ejercida y no habrá que entregar al inversionista el bien subyacente.

Por tal motivo, la Casa de Bolsa emisora del warrant de compra no puede determinar si el mismo será ejercido o no. Pese a ello, deberá estar preparado para entregar las acciones subyacentes que le sean solicitadas por parte de los inversionistas compradores de los warrants en caso de que estos últimos ejerzan su derecho de compra.

Mientras mayor resulte el precio de la acción en el mercado con respecto al precio de ejercicio, mayores serán las pérdidas netas del emisor del título. Lo cual es representado por medio de la línea con pendiente negativa en la gráfica correspondiente. Una vez más, la línea de la función es incapaz de cortar el eje de las abscisas en el precio de ejercicio, debido a que aun cuando sea ejercido el warrant, la Casa de Bolsa no registrará una pérdida neta hasta que el precio de mercado de la acción sea tan elevado en relación con el precio de ejercicio que éste sobrepase a la prima.

Consecuentemente, el *emisor* del título opcional de compra tiene un potencial de ganancia conocido por anticipado y limitado, mientras que su potencial de pérdida es desconocido e ilimitado.

2.1.2 La Opción de Venta

El **título opcional de venta** (*put*) es el derecho, pero no la obligación, de “vender” una cierta cantidad de un bien a un precio y fecha determinados, a cambio de la prima correspondiente.

En este caso, mientras el comprador de un título opcional de compra espera que el precio del bien de referencia se incremente; el comprador de un título opcional de venta, espera que el precio descienda e invierte en él para asegurar un precio en el futuro. Consideremos una vez más un inversionista que compra un warrant de venta a una Casa de Bolsa emisora para vender acciones de ALFA a un precio de ejercicio de \$55.00. Supóngase que en el mercado el precio de la acción es de \$45.00, que la fecha de vencimiento es a un año y medio, y que la prima del warrant es igual a \$5.00. Como el inversionista se encuentra interesado por realizar una transacción por 100 acciones, su inversión inicial será de \$500.00.

Así tenemos,

Bien Subyacente	ALFA A
Precio del Bien Subyacente	\$45.00
Prima del Título Opcional	\$ 5.00
Precio de Ejercicio	\$55.00
Vencimiento	1.5 años
Inversión Inicial	\$500.00

El inversionista únicamente ejercerá su derecho de venta cuando el precio de la acción en el mercado sea menor al de ejercicio; ya que, por ejemplo, si la acción se encuentra a un precio de \$40.00 en la fecha de vencimiento, nuestro inversionista puede comprar 100 acciones en el mercado de contado por este precio y bajo los términos del título opcional de venta, vender al emisor las mismas acciones por \$55.00 en la fecha de vencimiento, obteniendo una ganancia de \$15.00 por cada valor. Tomando en cuenta el desembolso hecho por concepto del pago de la prima y el total de acciones por las que se encuentra interesado tenemos:

Prima	- \$ 500.00
Ejercicio	+ \$5,500.00
Precio de la acción en el mercado	<u>- \$4,000.00</u>
	\$1,000.00

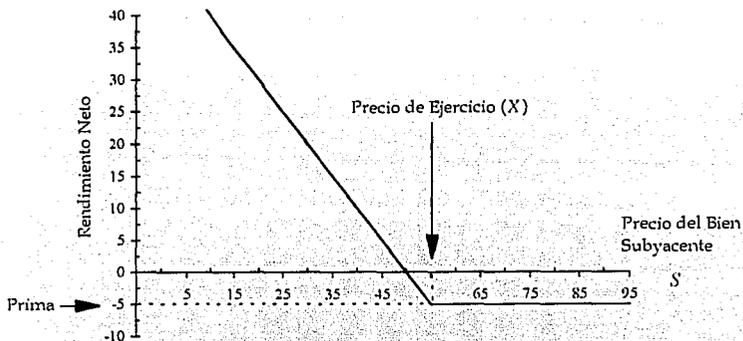
Si el precio de la acción subyacente llegara a cotizarse en \$52.00 el poseedor del warrant puede ejercer su derecho, ya que, aunque no obtenga ninguna utilidad, perderá menos que si dejara expirar sin valor el instrumento, puesto que en dicho caso perdería la totalidad de la prima.

Prima	- \$ 500.00
Ejercicio	+ \$5,500.00
Precio de la acción en el mercado	<u>- \$5,200.00</u>
	- \$ 200.00

De ahí que resulte preferible perder sólo \$200.00, en lugar de los \$500.00 respectivos por no ejercer la opción.

Ahora supongamos que el precio del bien subyacente se encuentra por arriba del precio de ejercicio, por ejemplo \$65.00. Claramente el inversionista no ejercerá su derecho, ya que puede obtener un mejor precio en el mercado que el pactado como precio de ejercicio con el título opcional, de tal forma que el inversionista únicamente perderá su prima.

En las gráficas siguientes queda sintetizado el ejemplo anterior. En ellas se puede observar el perfil riesgo-rendimiento tanto para el comprador del warrant de venta, como para el emisor.

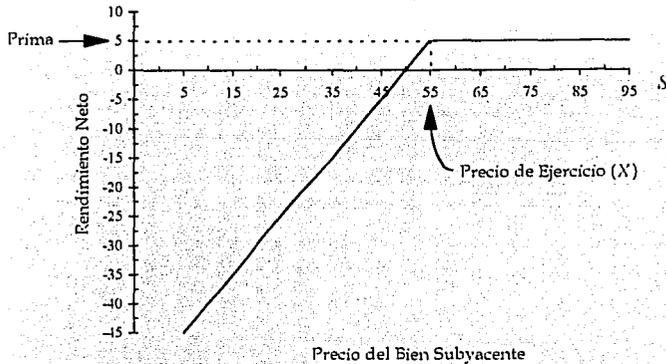


Gráfica 2-3. Perfil Riesgo-Rendimiento para el tenedor de un título opcional de venta.

En la gráfica 2.3 presentamos, en el eje de las ordenadas, los rendimientos netos para el inversionista que corresponden a movimientos determinados en el precio del bien subyacente, el cual se encuentra en el eje de las abscisas. Como ya hemos mencionado, si el precio del bien subyacente se mantiene por encima del precio de ejercicio, el warrant expirará sin valor alguno con su correspondiente pérdida de la prima. Si por el contrario, el precio de la acción subyacente cae al igual, o por debajo, del precio de ejercicio el inversionista tiene el derecho de ejercer el contrato. Mientras mayor sea la disminución experimentada por el precio de la acción en el mercado en relación con el precio de ejercicio, mayores serán las ganancias para el inversionista poseedor del warrant. Lo cual se ilustra en la gráfica con la línea con pendiente negativa. Una vez más, al igual que con el warrant de compra, la línea nunca cortará el eje de abscisas en el precio de ejercicio, ya que si el inversionista ejerce el warrant de venta, sus utilidades no serán positivas hasta que no sea recuperada la prima, tal y como fue ejemplificado cuando el bien subyacente tenía un valor de \$52.00.

Por tanto, el *tenedor* de un título opcional de venta, tiene un riesgo conocido y una pérdida limitada, y un potencial de ganancia desconocido e ilimitado.

En lo que respecta a la gráfica 2.4, en ella se expone el perfil riesgo-rendimiento para la Casa de Bolsa encargada de emitir el título opcional, que claramente es la imagen inversa del perfil riesgo-rendimiento del tenedor. De este modo, mientras el precio del bien subyacente permanezca más alto que el precio de ejercicio, la Casa de Bolsa gana la prima pagada por el inversionista. El emisor se encuentra obligado a comprar el bien subyacente en caso que el inversionista ejerza su derecho, quien no lo efectuará si el precio de ejercicio prevalece inferior al del mercado. A menor precio en el mercado, mayores serán las pérdidas del emisor del warrant de venta, hecho que se ilustra por la línea con pendiente positiva. Igualmente, ésta no corta el eje de las abscisas en el punto del precio de ejercicio, sino sólo hasta que el precio de la acción en el mercado es lo suficientemente bajo como para que comience a registrar una pérdida; no obstante, por el momento seguirá obteniendo una ganancia menor en este intervalo, gracias a la prima recibida.



Gráfica 2-4. Perfil Riesgo-Rendimiento para el emisor de un título opcional de venta.

En conclusión, la Casa de Bolsa *emisora* del warrant de venta, tiene una ganancia potencial conocida y limitada, e igualmente una pérdida potencial desconocida e ilimitada.

2.1.3 Categorías de Títulos Opcionales

Tal como hemos descrito los dos tipos básicos de títulos opcionales, los de tipo compra y los de tipo venta, existen dos categorías de títulos que pueden ser tanto de compra, como de venta. Su concepto descansa en la naturaleza del momento en que pueden ser ejercidos.

Aquellos títulos opcionales (warrants) u opciones que pueden ser ejercidos solamente hasta el momento de su vencimiento reciben el nombre de Títulos Opcionales Europeos y, aquéllos que pueden ser ejercidos, además de en la fecha de vencimiento, durante su periodo de vida, se denominan Títulos Opcionales Americanos.

La denominación de la que son sujetos no tiene que ver en absoluto con su lugar, localización o continente donde son negociados, ni en donde fueron creados, ni con el bien de referencia sobre los que son emitidos. Cabe hacer mención que la mayoría de los warrants u opciones que son negociados en las principales bolsas del mundo son del estilo *americano*. Como un ejemplo, en la Bolsa Mexicana de Valores el 81%¹ de los warrants negociados son de este estilo. Sin embargo, los títulos opcionales *europeos* son generalmente más fáciles de analizar, como lo hemos venido haciendo para ilustrar los warrants de compra y venta en la sección anterior, pues si recordamos los contratos sólo podían ser ejercidos hasta la fecha de su vencimiento; pese a ello, las propiedades de los títulos opcionales *americanos*, en términos de valuación, son frecuentemente deducidas de las de los *europeos*.

¹ El porcentaje es aproximado y, de hecho puede variar por la emisión de nuevos títulos o por la terminación de alguno de ellos.

Por lo tanto, definimos. Un **título opcional (warrant) americano**, es aquél que brinda el derecho sobre un bien subyacente específico a un precio predeterminado y que puede ser ejercible en *cualquier momento* antes de la fecha establecida para el vencimiento del título.

Un **título opcional (warrant) europeo**, es aquél que da el derecho sobre un bien subyacente a un precio predeterminado y que *sólo* podrá ejercerse *en la fecha de vencimiento* del título; sin embargo, cabe agregar que en este caso el inversionista podrá vender el título opcional en el mercado secundario de warrants en cualquier momento.

2.1.4 Posiciones en Títulos Opcionales

En cada contrato de títulos opcionales existen, al igual que fue mencionado en el capítulo anterior para los futuros y adelantados, dos lados o posiciones que son asumidos tanto por el inversionista que compra el contrato, como la institución que lo emite y vende.

Por un lado tenemos al inversionista o adquirente del título, quien ha tomado una **posición larga**, es decir, ha comprado o posee un título opcional y está en posibilidades de ejercerlo. Por otro lado se encuentra el emisor del contrato, quien ha asumido una **posición corta**, es decir, ha vendido un título opcional y se encuentra en expectativas de que el comprador lo ejerza y reclame el bien de referencia. Existen cuatro tipos posibles de posiciones en que nos podemos situar al negociar con warrants u opciones: (a) la posición larga en una opción de compra, (b) la posición corta en una opción de compra, (c) la posición larga en una opción de venta, y (d) la posición corta en una opción de venta.

En este sentido, también se aplica a las posiciones de los bienes de referencia, en particular a las acciones; este tipo de nomenclatura. De tal forma que se considera equivalente adquirir una opción de tipo compra y tener una posición larga en el bien subyacente, con la diferencia que la opción ofrece la ventaja de protección en contra de movimientos adversos (básicamente bajistas) en la acción. Similarmente ocurre con la compra de una opción de tipo venta y la correspondiente posición corta en la acción de referencia.

Pasando a otro punto, los títulos opcionales son creados sobre un rango existente entre el precio del bien subyacente y el precio de ejercicio al momento de su emisión. De esta forma, se dice que un warrant de compra está **Fuera-del-Dinero (Out-of-the-Money)** si el precio de mercado del activo referido se encuentra por debajo del precio de ejercicio del warrant, por lo que el título opcional bajo estas condiciones, generalmente no es ejercido pues carece de valor.

En este sentido, se define como **valor intrínseco** a la diferencia entre el precio de mercado del bien subyacente y el precio de ejercicio del título opcional.

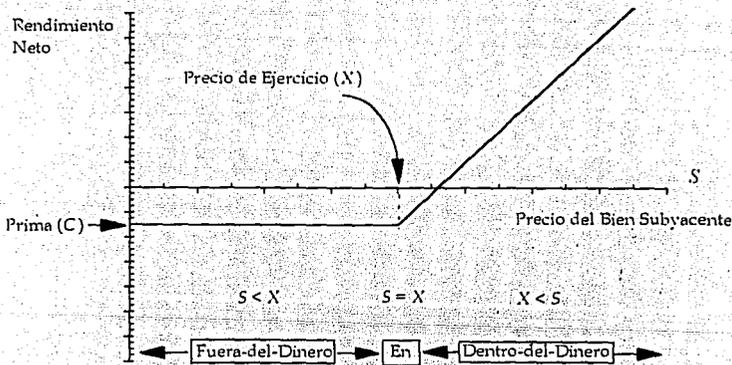
Si el precio de mercado del activo subyacente es igual al precio de ejercicio del warrant, éste puede, en algún caso, ser ejercido y se dice que se encuentra **En-el-Dinero (At-the-Money)**. Esta es una situación muy particular ya que sólo se presenta durante periodos cortos, pues al registrarse en el bien subyacente una operación, en la siguiente puja el warrant dejará esta posición. En la mayoría de las emisiones de títulos opcionales que se han llevado a cabo en nuestro país, éstas se han realizado En-el-Dinero, siendo el precio de ejercicio igual al último hecho o cierre de la acción al momento de ocurrir la emisión. Lo anterior es así porque para el

emisor resulta la forma más eficiente o la que generará mayor utilidad por la realización de la emisión. Esto es ilustrado un poco más adelante en esta misma sección.

La posición **Dentro-del-Dinero** (*In-the-Money*) se define cuando en los warrants los precios en el mercado de sus bienes subyacente son mayores que sus respectivos precios de ejercicio. Cuando se presenta esta situación se dice que el warrant tiene valor intrínseco, porque si se ejerciera se podría adquirir el activo a un precio menor que el que se paga en el mercado de contado, de esta forma el warrant puede ejercerse con una utilidad.

	Warrant de Compra		Warrant de Venta	
	ALF411R-DC001		FEM508A-DV001	
Dentro-del-Dinero	S	X	X	S
	\$46.0	\$18.8	\$18.3	\$15.8
	ELK510A-DC001			
En-el-Dinero	S	X		
	\$38.0	\$38.0		
	CMX510A-DC026		TMX412A-DV003	
Fuera-del-Dinero	S	X	X	S
	\$30.3	\$33.0	\$9.0	\$10.4

Cuadro 2-1. Títulos Opcionales que al 25 de octubre de 1994 se encontraban Dentro, En y Fuera-del-Dinero. Donde S denota el precio de la acción; y X, el precio de ejercicio del warrant.

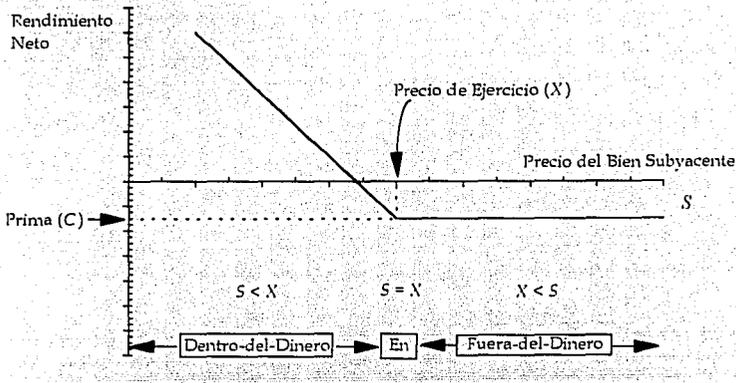


Gráfica 2-5. Condiciones de un Título Opcional de Compra.

En el caso de los warrants de venta, la relación que se presenta es inversa. Si el precio en el mercado del bien subyacente es menor que el precio de ejercicio, el título opcional puede ser

ejercido con utilidades, ya que tiene valor intrínseco². De igual forma, se dice que el instrumento está Dentro-del-Dinero.

Cuando en el mercado el precio del bien es igual al precio de ejercicio, la opción de tipo venta está En-el-Dinero. Y por último, cuando el precio del bien subyacente es mayor al de ejercicio, el título opcional no tiene que ser ejercido pues carece de valor intrínseco y se dice que se encuentra Fuera-del-Dinero.



Gráfica 2-6. Condiciones de un Título Opcional de Venta.

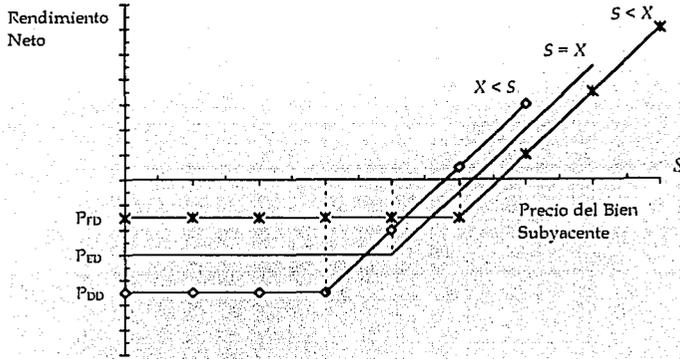
Obviamente, un título opcional tendrá una mayor prima en la medida que se encuentre más cercano a la condición Dentro-del-Dinero; y por el contrario, mientras más Fuera-del-Dinero esté, menor será su prima.

En la siguiente gráfica (2-7), el título opcional de compra tiene un precio de ejercicio X menor al precio de mercado del bien subyacente S , con lo que se sitúa en la condición Dentro-del-Dinero, pues al tener valor intrínseco éste puede ser ejercido inmediatamente con una ganancia, por tal motivo la prima que es pagada es elevada (P_{DD}).

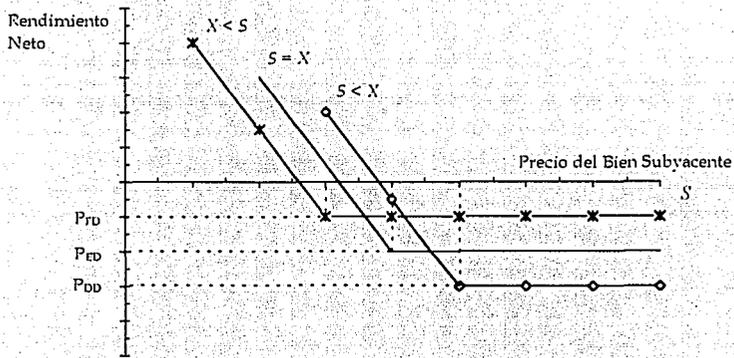
Cuando $X = S$, la opción está En-el-Dinero y tiene una prima (P_{ED}) menor que la antedicha, pero mayor que cuando el instrumento se ubica Fuera-del-Dinero (P_{FD}). En este caso $X > S$, por lo que el título no podrá ejercerse hasta que el precio del bien referido no alcance, al menos, el nivel del precio de ejercicio.

El análisis de la relación entre P_{DD} , P_{ED} y P_{FD} para los títulos opcionales de tipo compra y de venta, desde el punto de vista del tenedor del instrumento, se puede observar a continuación en las gráficas 2-7 y 2-8.

² El valor intrínseco de los warrants de venta está dado por el inverso aditivo del valor intrínseco correspondiente a los warrants de tipo compra.



Gráfica 2-7. Comparación de primas para los Títulos Opcionales de Compra.



Gráfica 2-8. Comparación de primas para los Títulos Opcionales de Venta.

Si recordamos del capítulo anterior, una de las ventajas de los títulos opcionales es el apalancamiento que estos ofrecen. Considerando que el apalancamiento es la proporción del precio de mercado del bien subyacente respecto a la prima del warrant, es claro que mientras mayor sea el apalancamiento, mayor será el rendimiento que otorgue el derivado; sin embargo, también será mayor el riesgo de perder la prima pagada por él. Asimismo, en la medida en que un warrant se encuentre Fuera-del-Dinero, el nivel de apalancamiento será mayor. Y éste irá disminuyendo conforme el derivado vaya adoptando la condición En-el-Dinero, alcanzando el menor grado de apalancamiento cuando el precio de la acción o bien referido supere al precio de ejercicio, es decir, en la situación Dentro-del-Dinero. En este último caso, el rendimiento

otorgado por el warrant será menor en comparación con el rendimiento potencial de un warrant Fuera-del-Dinero; no obstante, en ese caso se cuenta con la ventaja de que el riesgo de perder la prima también será menor.

La decisión de adquirir una opción Dentro, En o Fuera-del-Dinero, depende del inversionista, su estrategia especulativa y su aversión al riesgo.

A continuación se resumen nuestros resultados.

Dentro-del-Dinero

Precio de Ejercicio < Precio de Mercado
 Precio de Ejercicio > Precio de Mercado

Título Opcional de Compra
 Título Opcional de Venta

En-el-Dinero

Precio de Ejercicio = Precio de Mercado

Para Ambos

Fuera-del-Dinero

Precio de Ejercicio > Precio de Mercado
 Precio de Ejercicio < Precio de Mercado

Título Opcional de Compra
 Título Opcional de Venta

2.1.5 Opciones Exóticas

Además de las opciones bajo las categorías americanas o europeas, y de tipo compra o venta, existe toda una familia de títulos opcionales con características más complejas, que se denominan genéricamente como **opciones exóticas**. La mayoría de éstas son negociadas en el mercado extrabursátil (*over the counter*), y son diseñadas por instituciones financieras para cubrir una necesidad particular en el mercado. En algunas ocasiones son anexadas a instrumentos financieros, tales como bonos, para hacerlos más atractivos para los inversionistas. Algunas instituciones participan de manera muy activa en este mercado, respondiendo frecuentemente a las cotizaciones ofrecidas por sus clientes. Entre las principales opciones exóticas que existen tenemos las siguientes.

Opciones Asiáticas. Al igual que las opciones europeas y americanas no tienen nada que ver con su situación geográfica. Sus pagos dependen del promedio del precio del bien subyacente durante, al menos, una parte de la vida de la opción y éstos vienen dados por la diferencia entre el precio promedio del bien subyacente y el precio de ejercicio en un determinado periodo, en el caso que ésta diferencia fuera positiva. De esta forma, para el caso de una opción asiática de compra, tenemos:

$$\text{Máx } \{ (\bar{S} - X, 0) \}$$

y para la correspondiente opción exótica de venta:

$$\text{Máx } \{ (X - \bar{S}, 0) \}$$

donde \bar{S} es el valor promedio del bien subyacente S durante un periodo predeterminado, y X es el precio de ejercicio de la opción.

Estas opciones resultan ser menos caras que las opciones normales y son quizás en las que encuentran una mayor utilidad los usuarios comerciales. Ya que, con la salvedad del hecho que el activo subyacente de esta categoría de opciones es menos *volátil* que el subyacente de una opción normal, una opción asiática es, en esencia, exactamente idéntica a una opción europea.

Opciones Americanas No-Clásicas. En las opciones americanas clásicas el ejercicio puede tomar lugar en cualquier momento durante la vida de la opción y se considera un precio de ejercicio constante. Con las opciones americanas no-clásicas, su ejercicio es restringido a unas ciertas fechas durante la vida de la opción y su precio de ejercicio puede ir incrementándose. Por ejemplo, con los warrants que son emitidos por sociedades anónimas sobre sus propios valores, muchas veces el ejercicio se restringe a un periodo o periodos en la vida de la opción y el precio de ejercicio también experimenta un crecimiento: de esta forma, si se tiene un warrant de este tipo a 6 años, en los primeros dos años el precio de ejercicio puede ser igual a \$15.00, en los siguientes dos años puede incrementarse a \$17.00 y al final de su vigencia, su precio de ejercicio puede ser de \$19.00, por ejemplo.

Opciones con Inicio Diferido. Este tipo de derivados son opciones que se adquieren pagando la prima en este momento, pero su fecha de inicio es aplazada a alguna fecha en el futuro. Este tipo de opciones son por lo regular diseñadas para que en su fecha de inicio se encuentren En-el-Dinero.

También existen las llamadas **Opciones sobre Opciones**, en las que es posible emitir opciones cuyo bien de referencia sea a su vez una opción sobre su respectivo bien subyacente. Las opciones sobre opciones encuentran su utilidad en aquellos casos en que no está claro si va a hacer falta una opción o no, y no se desea desembolsar una prima importante. Comprar opciones que puede que no hagan falta jamás, podría resultar demasiado caro, pero una opción sobre otra opción puede resultar aceptablemente barato.

Puede haber cuatro tipos básicos de estas opciones: (a) la opción de compra sobre una opción de compra (*call on call*), (b) una opción de compra sobre una de venta (*call on put*), (c) una opción de venta sobre una de compra (*put on call*), y (d) una opción de venta sobre una de venta (*put on put*).

Este tipo de opciones tiene dos precios y fechas de ejercicio. Por ejemplo, el primer caso del párrafo anterior da el derecho de comprar una opción a un determinado precio de ejercicio X_1 a una determinada fecha de ejercicio T_1 . Al ejercer su derecho, el inversionista es ahora poseedor de una opción clásica de compra en donde tendrá el derecho de adquirir un bien subyacente a un precio de ejercicio X_2 en una fecha de ejercicio T_2 .

Uno de los tipos más flexibles y que, en algún momento, pueden ser de gran utilidad son las **Opciones al Gusto**. Las cuales dan el derecho de elegir entre una opción de compra y una de venta, esto es, después de un periodo específico el comprador podrá elegir entre una opción de compra o una de tipo venta según satisfaga sus necesidades. Un ejemplo es la emisión de warrants sobre el precio del petróleo realizada por Bankers Trust en los Estados Unidos, poco después de la invasión de Irak a Kuwait.

Las **Opciones con Barrera** se comportan como una opción europea clásica, dando el derecho de comprar o vender, según sea el caso, un bien de referencia al precio de ejercicio en la fecha de vencimiento, pero se distinguen porque su vigencia depende de si, en cualquier momento entre la fecha de colocación y de vencimiento, el bien subyacente alcanza o sobrepasa el nivel a que ha sido fijada la barrera, ante lo cual la opción quedará automáticamente anulada y dejará de existir.

Una opción de este tipo suele ser evidentemente más barata que una opción europea normal, dada la latente posibilidad de terminar tempranamente su vigencia. El descuento practicado con respecto al precio de una opción normal depende de varios factores, pero sobre todo de la proximidad de la barrera al precio de contado de la emisión.

Opciones Retrospectivas. Esta categoría de opciones considera para el cálculo de su valor intrínseco el precio más alto o bajo, según sea de tipo compra o venta, del valor subyacente registrado durante el plazo de vigencia del contrato. En otras palabras, el emisor de una opción de compra de este tipo pagará la diferencia entre el máximo precio alcanzado por el bien de referencia menos el precio de ejercicio; y, para el caso de las opciones de tipo venta, la diferencia entre el precio de ejercicio y el precio mínimo del activo.

Las opciones retrospectivas tienen bastante más valor que las europeas clásicas, en virtud de que pagan con mayor seguridad. La aplicación de este tipo de opciones es menos frecuente que las *opciones con barrera*, ya que pocas compañías tienen riesgos en sus negocios que dependan del precio máximo o mínimo de un activo durante un periodo dado.

El uso principal de este tipo de opciones es más bien indirecto, dado que su precio es muy alto, es frecuente que sean utilizadas por el vendedor para comprar acciones que en realidad necesita para especular o para su negocio. Cabe mencionar que normalmente son vendidas con precios de ejercicio alejados del precio de mercado del bien en la fecha de emisión.

Opciones de Rendimiento Limitado u Opciones Topadas. Otra de las modalidades que pueden asumir las opciones clasificadas como exóticas, es la de Rendimiento Limitado, este tipo de opciones han sido de gran importancia para el mercado nacional, ya que desde el inicio de éste, el 50% de los warrants que eran negociados caían en esta división.

Los títulos opcionales de compra con rendimiento limitado otorgan a su tenedor el derecho de comprar el activo subyacente a un determinado precio de ejercicio y por un cierto plazo. Hasta aquí tienen las mismas características que un título opcional de compra convencional; lo que distingue a este tipo de warrants es que su ganancia se encuentra limitada, es decir, el valor que puede tener este warrant en el futuro no puede ser mayor que el valor previamente establecido en el aviso de oferta pública o en el prospecto de colocación, generalmente expresado como un porcentaje del precio de ejercicio.

En otras palabras, estos warrants pagarán a su vencimiento la diferencia positiva entre el precio de mercado del bien subyacente y el precio de ejercicio (valor intrínseco), y en caso de que ésta sea mayor al máximo porcentaje del precio de ejercicio estipulado, el emisor sólo pagará la participación señalada.

Por ejemplo, si al 31 de diciembre de 1994 consultamos la sección de derivados del reporte que emite la BMV, podremos observar en ella a LIVEPOL C-1, LVP504R-DC001³, el

³ Más adelante explicaremos estas claves.

cual es un warrant con rendimiento limitado al 75% del precio de ejercicio, que es de \$4.10. En este caso lo más que pagará el emisor (liquidando en efectivo) será \$3.075, $(4.1)(0.75)=3.075$, y para que esto suceda el bien subyacente deberá tener un precio de al menos \$7.175, $(4.1)(1.75)=7.175$, para la fecha de vencimiento del warrant que es el 12 de abril de 1995. Si para esa fecha el precio del bien es superior a \$7.175 el emisor no pagará más que la cantidad especificada, ya que desde el día de la emisión se informó de este límite.

Son varias las ventajas y muy pocas las desventajas que existen en la compra de opciones o warrants con rendimiento limitado. Un warrant con rendimiento limitado cuesta menos que un warrant común, sin embargo, es importante tener cuidado en el límite de la ganancia potencial de este instrumento, pues el rendimiento otorgado deberá ser, al menos, la tasa de interés libre de riesgo, ya que en caso contrario, estaremos experimentando costos de oportunidad.

Manteniendo en consideración el mismo título opcional del ejemplo anterior, el día 25 de octubre de 1994, tenía un precio de \$1.51 y su acción referida valía \$4.99, mientras que por otro lado un warrant que hubiese sido emitido con el mismo precio de ejercicio y plazo, pero sin límite de rendimiento, tendría un precio teórico de \$1.99. Por lo tanto, si un inversionista se equivoca en sus expectativas alcistas sobre la acción de Liverpool, afrontaría menores pérdidas con un warrant de rendimiento limitado que con uno convencional.

2.2 Principios de Valuación

En esta sección discutiremos en forma introductoria los factores que afectan el precio de un título opcional, de tal manera que derivaremos algunas relaciones entre los precios de estos instrumentos sin requerir suposición alguna acerca de la volatilidad o del comportamiento probabilístico del precio del bien subyacente, limitándonos a identificar sus límites, así como los factores que influyen en su precio, pues hemos dedicado el siguiente capítulo para explicar en forma más exacta la determinación del precio de un título opcional.

Retomando una vez más las posiciones que toman los títulos opcionales y caracterizando las condiciones de una opción europea en términos de los pagos que le son hechos al inversionista en la fecha de vencimiento, tenemos lo siguiente.

Si X es el precio de ejercicio, S el precio actual del bien subyacente y S_T el precio del bien subyacente en la fecha de vencimiento T ; el pago por una posición larga en un título opcional de compra europeo es,

$$\text{Máx } \{ (S_T - X, 0) \}$$

es claro que el título será ejercido únicamente cuando $S_T > X$ y no lo será si $S_T \leq X$.

$$\text{ejercer } \begin{cases} \text{si} & \text{cuando } S_T > X \\ \text{no} & \text{cuando } S_T \leq X \end{cases}$$

El pago para el inversionista de una posición corta en un título opcional de compra europeo será la misma operación pero con signo contrario, ya que ambas posiciones son opuestas, es decir,

$$\begin{aligned} & - \text{Máx} \{ (S_T - X, 0) \} \\ \text{ó} & \text{Mín} \{ (X - S_T, 0) \} \end{aligned}$$

Para el caso de los títulos opcionales de venta europeos, el pago para un poseedor de un instrumento de este tipo asumiendo una posición larga es,

$$\text{Máx} \{ (X - S_T, 0) \}$$

que será ejercido únicamente si el precio de ejercicio es mayor que el precio del bien subyacente $X > S_T$ y no será ejercido para otro caso.

$$\text{ejercer} \begin{cases} \text{si} & \text{cuando} & X > S_T \\ \text{no} & \text{cuando} & X \leq S_T \end{cases}$$

El pago para una posición corta de un título opcional de venta europeo, también será la operación contraria,

$$\begin{aligned} & \text{Mín} \{ (S_T - X, 0) \} \\ \text{ó} & - \text{Máx} \{ (X - S_T, 0) \}. \end{aligned}$$

2.2.1 Notación Básica y Terminología

Antes de desarrollar la notación básica, es menester definir algunos supuestos que servirán para ayudarnos en los análisis subsiguientes.

Suponemos que existen una gran cantidad de participantes en el mercado, tanto emisores como inversionistas, para los cuales se dice que:

- No hay costos de transacción por las operaciones realizadas⁴.
- Se puede prestar y pedir prestado dinero a la misma tasa, que para el caso se considera a la tasa de interés libre de riesgo (por ejemplo, CETES).
- Todas las ganancias o utilidades resultantes de la negociación están sujetas al mismo impuesto.
- No hay oportunidades de arbitraje.

⁴ El costo de transacción se compone fundamentalmente de comisiones y costos de la propia negociación, por participación en el mercado, por retribución a la labor de gestión de intermediarios, etc.

En el último punto se asume que todos los participantes del mercado se encuentran en las mismas posibilidades para tomar ventaja de las oportunidades de arbitraje que se presenten. Por ejemplo, supóngase que en el mercado una acción de MASECA es cotizada a un precio de \$50.00; sin embargo, un inversionista se percató que otro está ofreciendo esta misma acción a un precio menor, por ejemplo de \$45.00 (este caso sería más factible de darse en Estados Unidos, dada la variedad de bolsas de valores que coexisten en aquel país) y la adquiere y vende inmediatamente en el mercado, obteniendo un beneficio sin riesgo de \$5.00 por acción. A su vez, otros inversionistas se darán cuenta de la oportunidad y tratarán de participar en la transacción que arroja una ganancia sin riesgo, con lo que el precio entre los inversionistas (o bolsas de valores) se nivelarán rápidamente cancelando todas las posibles oportunidades de arbitraje. No obstante, generalmente estas oportunidades son muy poco frecuentes en la mayoría de los mercados financieros.

Aunado a los supuestos anteriores utilizaremos la siguiente notación:

C	Precio de un título opcional americano de compra
P	Precio de un título opcional americano de venta
C_E	Precio de un título opcional europeo de compra
P_E	Precio de un título opcional europeo de venta
S	Precio actual del bien subyacente
S_T	Precio del bien subyacente en la fecha de vencimiento
X	Precio de ejercicio del título opcional
r	Tasa de interés libre de riesgo
T	Tiempo o fecha del vencimiento del título opcional
t	Tiempo o fecha actual, es decir, el momento en que se realiza la valuación del título
$T - t$	Tiempo para el vencimiento
σ	Volatilidad del precio del bien subyacente

El tiempo para el vencimiento es expresado en fracciones decimales de año, es decir, si la fecha al día de hoy t es 4 de octubre y la fecha del vencimiento del título opcional T es el 14 de febrero, para obtener $(T - t)$ simplemente contamos el número de días entre esas fechas. Si tenemos los 27 días restantes del mes de octubre, los 30 días del mes de noviembre, los 31 días de diciembre, los 31 de enero y los 14 días de febrero, acumulamos un total de:

Oct.	27
Nov.	30
Dic.	31
Ene.	31
Feb.	14
	<hr/>
	133 días

y el tiempo para el vencimiento será, por lo tanto,

$$(T - t) = 133 / 365 \\ = 0.364$$

2.2.2 Principios de Valuación de una Opción de Compra

Una opción de tipo compra es un instrumento con obligación limitada. Si el poseedor de este título observa que resulta ventajoso para sus intereses ejercerlo, lo hará. Si por el contrario, el valor del mismo disminuye al grado que le puede arrojar una pérdida a su poseedor, no tendrá que ejercer su derecho. La opción no puede llegar a tener valores negativos, ya que el poseedor no puede ser obligado a ejercer su derecho, por tanto.

$$C \geq 0$$

su mínimo valor es cero.

El mínimo valor que puede tener una opción es denominado como su *valor intrínseco*, valor de paridad o valor de ejercicio, el cual es derivado a partir de la relación del precio del bien subyacente frente al precio de ejercicio.

$$\text{Máx } \{ (S - X, 0) \}$$

El valor intrínseco es el valor que recibe el poseedor del título: el cual es positivo para opciones de compra que se encuentran Dentro-del-Dinero, y es cero para las que se ubican en la condición Fuera-del-Dinero.

$$C \geq \text{Máx } \{ (S - X, 0) \}$$

Para ejemplificar la regla del valor intrínseco, supongamos que el precio de la acción de MASECA cuesta \$50.00 (S) y su precio de ejercicio es de \$40.00 (X), sustituyendo en la expresión anterior,

$$C \geq \text{Máx } \{ (50 - 40, 0) \} = 10$$

De donde tenemos que el valor del título opcional de compra es igual a \$10.00. En el caso en que el precio del bien subyacente fuese excedido por el precio de ejercicio, suponiendo que ahora el precio de la acción es igual a \$35.00, tendríamos,

$$\text{Máx } \{ (35 - 40, 0) \} = 0$$

y por tanto el mínimo valor sería cero.

El precio de la opción americana de compra por lo regular rebasa su valor intrínseco. La diferencia entre su precio y el valor intrínseco se denomina *valor por tiempo* o valor especulativo,

el cual refleja lo que los inversionistas están dispuestos a pagar por la incertidumbre del bien subyacente.

Teóricamente un título opcional de compra también experimenta un valor máximo, que resulta ser el precio del bien subyacente.

La opción de compra es el medio por el que el inversionista poseedor del título puede adquirir una acción, en este caso, a un cierto precio de ejercicio. El inversionista, al ejercer su derecho de compra, adquiere la acción pagando el precio de ejercicio y a su vez realizará un beneficio, si es que el título opcional se encuentra Dentro-del-Dinero, es decir $S > X$; ya que de otra manera, dejará que la opción llegue a su vencimiento sin valor alguno. Como lo más que puede llegar a ganar el inversionista es la diferencia entre el precio de la acción y el precio de ejercicio, si suponemos un precio de ejercicio igual a cero, no se deberá pagar más que el precio de la acción por la opción, es decir,

$$\text{Máx} \{ (S - 0, 0) \} = S$$

Por lo tanto, el precio de la acción resulta ser el límite superior para el precio de la opción en el momento de su emisión o de su vencimiento, esto implica que,

$$C \leq S \quad \text{y} \quad C_E \leq S$$

y, para cualquier otro tiempo t , se ubica un límite inferior para la prima en:

$$S - X e^{-r(T-t)}$$

Es decir, para un momento determinado t en la vida de la opción, que no sea su fecha de vencimiento, la expresión anterior es el mínimo valor que podría adoptar el warrant y ésta no debe crear confusión, ya que puede tomar inclusive el valor de cero. Por ejemplo, supongamos que tenemos la misma acción de MASECA a un precio (S) de \$50.00, con un precio de ejercicio de \$45.00 (X), una tasa de interés libre de riesgo del 10% anual (r) y un tiempo para el vencimiento de 6 meses. Como esta cifra tiene que ser anualizada tenemos, por tanto $(T-t) = 0.5$ años aproximadamente. Sustituyendo en la fórmula antedicha,

$$\begin{aligned} S - X e^{-r(T-t)} &= 50 - 45 e^{-0.1(0.5)} \\ &= 7.1946 \end{aligned}$$

Imaginemos una situación en donde el precio de la opción de compra es de \$7.00, el cual es menor que el precio teórico mínimo de \$7.19. En este momento un arbitrajista podría adquirir una opción de compra y vender una acción de MASECA,

Prima	-\$ 7.00
Precio de la acción	<u>+\$50.00</u>
	\$43.00

Con lo que obtendría una diferencia a favor de \$43.00 que, invertida durante 6 meses al 10%, da como resultado $43 e^{0.1(0.5)} = 45.20$. Si en la fecha de vencimiento de la opción el precio del bien

subyacente fuera mayor que el precio de ejercicio, el arbitrajista poseedor del derivado ejercería su derecho de compra por un precio de \$45.00, es decir, obtendría un beneficio de \$0.2.

Resultado de su inversión a 6 meses al 10%	+ \$45.20
Pago por la acción (precio de ejercicio)	- \$45.00
	<u> </u>
	\$ 0.20

En el caso que el precio de la acción fuese menor al precio de ejercicio, por ejemplo \$40.00, el mismo participante compraría el bien en el mercado y dejaría sin ejercer el título opcional, obteniendo un beneficio aún mayor.

Resultado de su inversión a 6 meses al 10%	+ \$45.20
Pago por la acción (en el mercado)	- \$40.00
	<u> </u>
	\$ 5.20

Ahora bien, para definir consideremos las dos situaciones siguientes, primero una posición A conformada por una opción europea de compra más una cantidad igual a $Xe^{r(T-t)}$; y la segunda B, donde poseamos simplemente un bien o acción.

En la posición A tenemos una cantidad X valuada al presente a un $(T-t)$ tiempo y a una tasa de interés libre de riesgo de r . La opción de compra será ejercida en el tiempo T si $S_T > X$, por lo tanto, el valor de esta cartera será de S_T . La opción expirará sin valor (sin ser ejercida) si $S_T < X$ y esta posición será valorada con una cantidad igual a X . De aquí que tengamos un valor en esta posición de,

$$\text{Máx} \{ (S_T, X) \}$$

El valor de la posición B en el momento T será de S_T , debido a que simplemente tenemos dicho bien. De ahí que en la mayoría de las ocasiones nuestra posición A sea valorada tanto o más que la posición B en el mismo momento T . De esto se sigue que:

$$C_E + Xe^{r(T-t)} > S$$

generalizando

$$C > S - Xe^{r(T-t)}$$

Y dado que lo peor que puede pasar es que la opción de compra expire sin valor, éste último deberá ser positivo, es decir, $C > 0$ y entonces:

$$C > \text{Máx} \{ (S - Xe^{r(T-t)}, 0) \}$$

Por tanto, el precio de un título opcional de compra europeo deberá ser al menos igual al precio del bien subyacente menos el valor presente del precio de ejercicio.

Su límite inferior en la fecha de vencimiento del título opcional, dado que no resta tiempo de vigencia, es:

$$\text{Máx} \{ (S_T - X, 0) \}$$

Las expectativas de futuros incrementos en el precio del bien subyacente respecto al precio de ejercicio, resultan irrelevantes para el precio de una opción que está venciendo, por lo que su estimación estará dada simplemente por su valor intrínseco.

2.2.3 Principios de Valuación de una Opción de Venta

Muchas de las consideraciones hechas con los títulos opcionales de compra serán realizadas también en esta sección con sus respectivas diferencias para las opciones de tipo venta.

Al igual que con las opciones de compra, el mínimo valor de un título opcional de venta es cero, ya que el poseedor del título no está obligado a ejercerlo y no deberá hacerlo si el ejercicio registra una pérdida. De esta manera la opción de venta nunca tendrá un valor negativo.

$$P \geq 0$$

El valor $\text{Máx} \{ (X - S, 0) \}$ es denominado como el valor intrínseco de una opción de venta. Si recordamos, cuando su valor intrínseco es positivo se dice que la opción está Dentro-del-Dinero y cuando su valor intrínseco es igual a cero, se dice que se encuentra Fuera-del-Dinero. La diferencia entre el precio de la opción y el valor intrínseco, al igual que en las opciones de tipo compra, es llamada el *valor por tiempo* o valor especulativo. De este modo, el valor por tiempo está definido como:

$$P - \text{Máx} \{ (X - S, 0) \}$$

el cual refleja lo que el inversionista está dispuesto a pagar para especular con el título opcional.

Como sabemos, un título opcional americano o europeo de tipo venta, le otorga el derecho a su poseedor de vender una unidad (acción) de un bien subyacente a un cierto precio de ejercicio predeterminado. En el caso que el precio del bien subyacente se vuelva demasiado bajo, por ejemplo, la situación en que una compañía sobre la que han sido emitidas las acciones quebrara y su valor fuera igual a cero; el máximo valor que puede llegar a tener la opción será el precio de ejercicio. Por tanto, el precio de ejercicio es el límite superior para el valor de la opción, y entonces,

$$P \leq X \quad \text{y} \quad P_T \leq X$$

Para el caso de títulos opcionales del tipo europeo, su valor no será mayor al precio de ejercicio X , considerados a un tiempo T . De la misma forma en el momento actual t , esta opción europea no tendrá que ser valorada más allá del valor presente de X , esto es:

$$P \leq X e^{-r(T-t)}$$

pues en el caso que esto no ocurriera, se estarían generando oportunidades de arbitraje.

De esta forma, el límite inferior del precio de un título opcional de venta sobre valores que no pagan dividendos viene dado por:

$$Xe^{-r(T-t)} - S$$

Para ilustrar esta afirmación, consideremos lo siguiente. Figúrese una opción de venta nuevamente sobre una acción de MASECA que tiene un precio de \$50.00, el precio de ejercicio de la opción es de \$55.00, la tasa de interés libre de riesgo es del 15% anual y el tiempo para el vencimiento de 0.5 años, es decir 6 meses.

Si sustituimos en la expresión anterior,

$$55e^{-0.15(0.5)} - 50 = 51.02 - 50 = 1.02$$

Lo anterior nos indica que, en el caso que el precio de la opción europea de venta fuera menor que el precio teórico de \$1.02, situándose por ejemplo en \$0.50, existiría la oportunidad de arbitraje. De esta forma un inversionista podría pedir prestado una cantidad igual a \$50.50, misma que sería suficiente para comprar una acción de MASECA y un título opcional de venta sobre el mismo bien. Al término de los 6 meses, que es el plazo al que suponemos pidió el préstamo y coincide con el vencimiento de la opción, el inversionista tendría que pagar la cantidad prestada más los intereses generados. Imaginemos que el préstamo fue realizado a la tasa de interés libre de riesgo, entonces,

$$(50.50)e^{0.15(0.5)} = 54.43$$

que sería la cantidad a pagar por el préstamo.

Si el precio de la acción fuera inferior a \$55.00, el inversionista ejercerá la opción para vender su acción de MASECA al precio de ejercicio. Obteniendo un beneficio de:

$$55 - 54.43 = 0.57$$

Ahora, si el precio de la acción fuera mayor que el precio de ejercicio, el inversionista dejará que la opción llegue a su vencimiento sin valor alguno y venderá su acción en el mercado de contado. Por ejemplo, en caso que el precio de la acción en el mercado fuera de \$57.00, en ese momento el inversionista obtendría un beneficio de \$2.57.

$$57 - 54.43 = 2.57$$

Se habla de que hay oportunidades de arbitraje ya que si, por ejemplo, el inversionista comprara el título opcional al precio teórico de \$1.02, la opción únicamente realizará su función de protección en contra de movimientos a la baja en el precio del bien subyacente más allá del precio de ejercicio.

Asimismo, si el inversionista pide prestado una cantidad suficiente para comprar una acción y una opción que le otorgue el derecho de cederla en una fecha futura, pero ahora por una cantidad de \$51.02 (el precio de la acción en este momento más el precio teórico de la opción), tendría que pagar en 6 meses una suma de dinero igual a:

$$51.02e^{0.15(0.5)} = 54.999$$

Que es aproximadamente igual a X , el precio de ejercicio.

Así, en el caso que la acción subiera más allá de X , indiscutiblemente el inversionista tendría una ganancia de la diferencia del precio que le pagarían por vender la acción en el mercado y de la cantidad más intereses a pagar (\$54.99). Ahora, en el supuesto que la acción cayera más allá del precio de ejercicio, el inversionista tendría asegurada una cantidad para vender su bien, en este caso \$55.00, y al ejercer la opción no obtendría beneficio alguno ya que tendría que pagar la cantidad que tiene en préstamo a la misma tasa del 15%, que son aproximadamente equivalentes.

De esta manera reafirmamos el hecho que el inversionista, poseedor del título opcional de venta, tiene una ganancia potencial desconocida e ilimitada en caso de que baje el precio del bien subyacente, y un riesgo conocido y limitado de pérdida, en el supuesto que suba el precio de la acción.

Ahora bien, con el objetivo de formalizar lo anterior consideremos las siguientes dos posiciones. Una posición C conformada por un título opcional de venta europeo y una acción; y por otra parte, una posición D, constituida por la cantidad $Xe^{-r(T-t)}$.

Si $S_T < X$ el título opcional de la posición C será ejercido en el momento T , por lo que esta posición registrará un valor de X . Si $S_T > X$ el título opcional de venta expirará sin valor y la posición C en el momento T tendrá un valor de S_T . Por tanto, la valuación de la primera posición será:

$$\text{Máx} \{ (S_T, X) \}$$

Pasando al siguiente caso, si asumimos que el valor de la posición D es invertido, a la tasa de interés libre de riesgo, para el momento T generará una cantidad igual a X . De ahí que la posición C generalmente sea valorada tanto, o algunas veces más, que la posición D.

Gracias a ello y a la ausencia de oportunidades de arbitraje, la primera posición deberá ser, en cualquier momento t , valorada más que la posición D.

Por lo tanto,

$$P_E + S > Xe^{-r(T-t)}$$

generalizando

$$P > Xe^{-r(T-t)} - S$$

Dado que lo peor que puede suceder es que el título opcional de venta expire sin valor, y de otra manera su valor deberá ser positivo, entonces,

$$P > \text{Máx} \{ (Xe^{-r(T-t)} - S, 0) \}$$

Igualmente, en la fecha de vencimiento la opción de venta será estimada en base a su valor intrínseco, es decir,

$$\text{Máx} \{ (X - S_T, 0) \}$$

dato que no resta tiempo en la vida de la opción para seguir considerando variaciones en sus términos. Si para esa fecha de vencimiento T , $X > S_T$ y el precio de la opción fuera menor que $(X - S_T)$, los inversionistas tendrían la oportunidad de arbitraje obteniendo una ganancia inmediata sin ningún riesgo.

2.2.4 Paridad Compra / Venta

Existe una relación muy importante entre los precios de las opciones europeas de compra y de venta, conocida en el medio como **paridad compra/venta** (*put-call parity*). Este concepto expone que el precio de un título opcional de compra europeo con un precio y fecha de ejercicio determinados, puede ser deducido del precio de un título opcional de venta europeo con el mismo precio y fecha de ejercicio, y claro, emitidos sobre el mismo bien subyacente. Y, de igual manera, el precio de uno título de venta también puede ser obtenido a partir del precio de uno de compra con las mismas características. En forma más sencilla, dicha paridad se expresa como la relación entre las posiciones larga y corta en los mercados de opciones y las posiciones larga y corta en el bien subyacente.

Supongamos que tenemos posiciones simultáneas en un título opcional europeo de compra y en uno de venta sobre el mismo bien de referencia S , con el mismo precio de ejercicio X y con la misma fecha de vencimiento T . Con la opción de compra asumimos una posición corta, es decir, nosotros somos quien lo emitimos y recibimos su prima correspondiente C ; por otra parte, con la opción de venta asumimos una posición larga, o sea, compramos el título y pagamos una prima P . Además aseguramos otra posición al adquirir una acción del bien subyacente y, al mismo tiempo, pedimos prestado el valor presente de una cantidad igual a X a ser pagada en el momento T a una tasa de interés r , es decir $Xe^{-r(T-t)}$ considerando que actualmente estamos en t .

De estas dos posiciones lo que tenemos en realidad es:

$$C - P - S + Xe^{-r(T-t)}$$

Consideremos ambas posiciones en la fecha de vencimiento, donde no tenemos la certeza acerca del precio que alcanzará la acción, pero deducimos que si se encuentra por encima del precio de ejercicio la opción de compra estará Dentro-del-Dinero y la opción de venta Fuera-del-Dinero y viceversa, si el precio de la acción es menor al de ejercicio.

En el siguiente cuadro mostramos estas posiciones con las posibles situaciones de ingresos y egresos que se pueden dar en la fecha de vencimiento.

Posición	Inversión Inicial	Fecha de Vencimiento			
		$S_T \leq X$	valor	$S_T > X$	valor
Corta en una opción de compra	C	Expira	-	Ejerce	$-(S_T - X)$
Larga en una opción de venta	-P	Ejerce	$X - S_T$	Expira	-
Para ambos casos se paga S y recibe X			$X - S_T$		$X - S_T$
Larga en una acción	-S	Posee la Acción	S	Posee la Acción	S
Corta en la cantidad prestada	$Xe^{-r(T-t)}$	Paga el préstamo	-X	Paga el préstamo	-X
T o t a l	C-P-S+ $Xe^{-r(T-t)}$				

Cuadro 2-2. Paridad compra/venta y resultados posibles de ambas posición a la fecha de vencimiento.

Si tenemos en la fecha de vencimiento que $S_T \leq X$, la opción de venta que fue adquirida a un precio⁵ $-P$ estará valorada en $X - S_T$, al tiempo que la opción de compra emitida expirará sin ser ejercida. De este modo la opción de venta será ejercida a un precio de ejercicio $+X$ con la correspondiente entrega de la acción $-S$. El resultado será que tendremos el precio de ejercicio y entregaremos el bien subyacente.

Por otra parte, si $S_T > X$, la opción de compra tendrá un valor de $S_T - X$ y la de venta expirará sin valor. Por lo que la opción de compra nos será ejercida (en nuestra condición de emisores) y, por tanto, se deberá entregar la acción $-S_T$ a cambio del precio de ejercicio $+X$.

En ambos casos, tanto para $S_T \leq X$ como para $S_T > X$, la posición en opciones recibe X y entrega la acción S_T , por lo que ambas posiciones tienen un valor de $X - S_T$.

Igualmente, en cualquiera de los dos casos tenemos aún en nuestra propiedad la acción adquirida desde el principio, ahora S_T , y adeudamos el valor presente de X , que para la fecha de vencimiento será únicamente igual a X , cantidad que tendremos que pagar por el préstamo.

Por lo tanto, los flujos futuros de efectivo serán igual a cero en cualquiera de las posibles circunstancias. Y si no existen oportunidades de arbitraje, deberá ser cierto que la inversión inicial requerida para constituir cualquiera de esas posiciones sea también igual a cero, por tal motivo,

$$C - P - S + Xe^{-r(T-t)} = 0$$

De este modo, para cada uno de los valores de las opciones de compra y venta, C y P , respectivamente tenemos:

$$C = P + S - Xe^{-r(T-t)} \quad \text{y} \quad P = C - S + Xe^{-r(T-t)}$$

⁵ Un signo negativo indica un egreso; y uno positivo, un beneficio.

Posición	Inversión Inicial	Fecha de Vencimiento			
		$S_T \leq X$	valor	$S_T > X$	valor
Corta en una opción de compra	C	Expira	-	Ejerce	$-(S_T - X)$
Larga en una opción de venta	-P	Ejerce	$X - S_T$	Expira	-
Para ambos casos se paga S y recibe X			$X - S_T$		$X - S_T$
Larga en una acción	-S	Posee la Acción	S	Posee la Acción	S
Corta en la cantidad prestada	$Xe^{-r(T-t)}$	Paga el préstamo	-X	Paga el préstamo	-X
T o t a l	$C - P - S + Xe^{-r(T-t)}$		-		-

Cuadro 2-2. Paridad compra/venta y resultados posibles de ambas posición a la fecha de vencimiento.

Si tenemos en la fecha de vencimiento que $S_T \leq X$, la opción de venta que fue adquirida a un precio⁵ $-P$ estará valorada en $X - S_T$, al tiempo que la opción de compra emitida expirará sin ser ejercida. De este modo la opción de venta será ejercida a un precio de ejercicio $+X$ con la correspondiente entrega de la acción $-S$. El resultado será que tendremos el precio de ejercicio y entregaremos el bien subyacente.

Por otra parte, si $S_T > X$, la opción de compra tendrá un valor de $S_T - X$ y la de venta expirará sin valor. Por lo que la opción de compra no será ejercida (en nuestra condición de emisores) y, por tanto, se deberá entregar la acción $-S_T$ a cambio del precio de ejercicio $+X$.

En ambos casos, tanto para $S_T \leq X$ como para $S_T > X$, la posición en opciones recibe X y entrega la acción S_T , por lo que ambas posiciones tienen un valor de $X - S_T$.

Igualmente, en cualquiera de los dos casos tenemos aún en nuestra propiedad la acción adquirida desde el principio, ahora S_T , y adeudamos el valor presente de X , que para la fecha de vencimiento será únicamente igual a X , cantidad que tendremos que pagar por el préstamo.

Por lo tanto, los flujos futuros de efectivo serán igual a cero en cualquiera de las posibles circunstancias. Y si no existen oportunidades de arbitraje, deberá ser cierto que la inversión inicial requerida para constituir cualquiera de esas posiciones sea también igual a cero, por tal motivo,

$$C - P - S + Xe^{-r(T-t)} = 0$$

De este modo, para cada uno de los valores de las opciones de compra y venta, C y P , respectivamente tenemos:

$$C = P + S - Xe^{-r(T-t)} \quad \text{y} \quad P = C - S + Xe^{-r(T-t)}$$

⁵ Un signo negativo indica un egreso; y uno positivo, un beneficio.

Como una manera de corroborar lo anterior, supongamos que podemos invertir en dos opciones sobre una acción de TMM, cuyo precio actual en el mercado es de \$25.00; ambas con un precio de ejercicio de \$25.00 y una tasa de interés libre de riesgo del 10%. Consideremos que una opción es de compra y la otra es de tipo venta, cada una con una vigencia de 1 año y actualmente con 9 meses vencidos y cuyas primas se ubican en \$6.00 y \$5.00, respectivamente. Para este caso tenemos,

$$\begin{aligned}
 C + Xe^{-r(T-t)} &= P + S \\
 6 + 25 e^{-0.1(0.25)} &= 5 + 25 \\
 6 + 24.38 &= 30 \\
 30.38 &= 30
 \end{aligned}$$

De esta forma, a través de la fórmula de "Paridad Compra/Venta" podemos darnos cuenta que el precio de la opción de venta (compra) se encuentra subvaluada (sobrevaluada) con respecto al precio de la opción de compra (venta), la cual debería valer \$5.38 (\$5.62), esto es,

$$\begin{aligned}
 C &= P + S - Xe^{-r(T-t)} & P &= C - S + Xe^{-r(T-t)} \\
 C &= 5 + 25 - 25 e^{-0.1(0.25)} & P &= 6 - 25 + 25 e^{-0.1(0.25)} \\
 C &= 30 - 24.38 & P &= -19 + 24.38 \\
 C &= 5.62 & P &= 5.38
 \end{aligned}$$

De esta manera podemos obtener un beneficio inmediato de \$0.38 en el caso que realizáramos la inversión en ambos títulos opcionales, en la acción y pidiéramos prestado la cantidad antes definida.

$$\begin{aligned}
 C - P - S + Xe^{-r(T-t)} &= 6 - 5 - 25 + 25 e^{-0.1(0.25)} \\
 &= -24 + 24.38 \\
 &= 0.38
 \end{aligned}$$

2.3 Estructura del Mercado

Como ya ha sido mencionado, en 1992 como resultado del diseño formal para la institución por etapas de un mercado de productos derivados, principiaron las operaciones con opciones en México, comenzando originalmente con los Títulos Opcionales Listados (Warrants). Sus negociaciones son llevadas a cabo al igual que todos los instrumentos financieros sujetos a oferta pública en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), quien es la instancia que facilita las operaciones de compra-venta, así como la prestación de servicios de índole informativo y de supervisión. Por lo que la regulación en nuestro país, sólo reconoce la **negociación** de estos títulos de manera organizada en **Bolsa**.

Sin embargo la inversión en títulos opcionales, al igual que en otros instrumentos derivados, no se encuentra limitada a las bolsas respectivas, pues existe otro mercado en el que los contratos no se pactan y negocian de forma estandarizada, sino que se acuerdan única y exclusivamente entre las partes interesadas. Esto, tal y como lo mencionamos con los contratos adelantados, lo convierte en un mercado sumamente flexible, el cual permite a sus participantes elaborar contratos que se ajustan perfectamente a sus necesidades específicas. Sin embargo, al ser contratos "hechos a la medida", no encuentran fácilmente mercado secundario.

En diferentes países alrededor del mundo existe la posibilidad de comprar y vender contratos en Bolsa y fuera de ella, esta última forma de negociación se conoce como **mercado extrabursátil** (*over the counter*); que basa sus transacción en la negociación directa entre los inversionistas e intermediarios financieros tratando siempre de cubrir todas las necesidades de los clientes.

Los inversionistas que desean realizar operaciones en el mercado organizado de títulos opcionales deberán, en primera instancia, ponerse en contacto con alguna casa de bolsa o institución financiera que se encuentre autorizada para llevar a cabo operaciones de este tipo y, a su vez, abrirán una cuenta que dependerá de los límites que imponga dicha institución así como de la cantidad que desea invertir en la Bolsa. Una vez hecho esto, el participante o inversionista girará instrucciones a su casa de bolsa para comprar o vender un cierto título opcional en el que se encuentre interesado. Por su parte, la casa de bolsa transmitirá estas órdenes a su corredor en el piso de remates de la Bolsa en donde se lleve a cabo la oferta o demanda del título. Los títulos opcionales son operados en el mercado secundario de manera análoga a los títulos accionarios, por medio de los operadores de piso de las casas de bolsa. En ocasiones, éstos se encuentran facultados para actuar por cuenta propia. Los precios o primas de los títulos opcionales los determina la oferta y la demanda, e igualmente, se encuentran relacionados con el comportamiento de sus valores de referencia. Todas estas órdenes tendrán que llevarse a cabo en los horarios de operación del piso de remates de la BMV.⁶

Los títulos opcionales que podrá adquirir el inversionista serán aquellos que hayan sido inscritos como tales en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios y autorizados por la Comisión Nacional de Valores (CNV). La inscripción será válida tanto para su colocación en oferta pública, como para su negociación en el mercado secundario. Se pueden registrar títulos opcionales liquidables en especie o en efectivo, es decir, que al momento del ejercicio del título se puede realizar la liquidación entregando el valor de referencia (acción) o bien una cantidad en efectivo igual a su valor intrínseco. La solicitud la tramita el emisor a través de su agente colocador o intermediario bursátil. Para su oferta pública se debe presentar dicha solicitud acompañada del *proyecto del acta de emisión* y del llamado *prospecto preliminar informativo*; debiendo tener este último claramente todas las características del título y de su o sus valores de referencia. Adicionalmente, deberá especificarse el grado de riesgo que representa para los inversionistas el instrumento en cuestión.

Los agentes proporcionan a los inversionistas el prospecto de los títulos opcionales, en el cual se especifica: el nombre del emisor, el valor de referencia, los derechos otorgados, el precio de ejercicio, la fecha de vencimiento, la fecha o periodo en que se puede ejercer el derecho y, en general, la información necesaria para que el adquirente pueda evaluar la conveniencia y/o riesgo del título ofrecido. En el prospecto también se indica el precio de venta o prima al momento de la colocación del título. Estos avisos se encuentran disponibles en los Boletines Bursátiles editados

⁶ El horario de operación de la BMV es de las 8:30 a.m. a las 3:00 p.m.

por la BMV, así como en las páginas de "El Financiero" en su apartado de Agenda Bursátil de la sección de Análisis, del cual reproducimos una parte en donde se informa acerca de la colocación de un warrant sobre el Índice de Precios y Cotizaciones.

Agenda Bursátil Diaria	
26 de Agosto de 1994	
INFORMACIÓN DE INSCRIPCIÓN Y OFERTA PÚBLICA DE WARRANTS.	
-IPC508A DC018	
EL "DÍA" DE HOY SE PRETENDE INSCRIBIR, MEDIANTE OFERTA PÚBLICA, 25,000 TÍTULOS OPCIONALES DE COMPRA EN EFECTIVO, CORRESPONDIENTES A LA SERIE 1 DE LAS 12 SERIES EN QUE PODRÁN DIVIDIRSE LA EMISIÓN DE LOS TÍTULOS OPCIONALES DE COLOCACIÓN SUBSECUENTE REFERIDOS AL ÍNDICE DE PRECIOS Y COTIZACIONES, DE LA BOLSA MEXICANA DE VALORES, EMITIDOS POR OPERADORA DE BOLSA SERFIN, S.A. DE C.V., CASA DE BOLSA, GRUPO FINANCIERO SERFIN, DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:	
TIPO DE VALOR	WI
CLAVE DE COTIZACIÓN	IPC 508 A DC018
NUMERO DE TÍTULOS OPCIONALES	25,000
PRIMA DE EMISIÓN	NS\$21.70
PRECIO DE EJERCICIO	NS\$2,775.0
MONTO DE LA OFERTA	NS\$13,042,500.
PERIODO DE OFERTA	26 DE AGOSTO DE 1994
FECHA DE EMISIÓN	26 DE AGOSTO DE 1994
FECHA DE CRUCE	26 DE AGOSTO DE 1994
FECHA DE LIQUIDACIÓN	30 DE AGOSTO DE 1994
PLAZO DE VIGENCIA DE LA SERIE	26 AGOSTO 1994, 1 AGOSTO 1995
PLAZO DE VIGENCIA DE LA EMISIÓN	26 AGOSTO 1994, 6 AGOSTO 1996
PERIODO DE EJERCICIO	(AMERICANO), CUALQUIER DÍA HÁBIL DURANTE EL PLAZO DE VIGENCIA
ÍNDICE DE REFERENCIA	CADA TÍTULO REPRESENTA EL VALOR MONETARIO DEL ÍNDICE DE PRECIOS Y COTIZACIONES, DE LA BOLSA MEXICANA DE VALORES, A RAZÓN DE NS\$1.00 POR PUNTO
MÍNIMO DE TÍTULOS A EJERCER	UN LOTE COMPUESTO INICIALMENTE POR 10 TÍTULOS OPCIONALES
MÁXIMO DE TÍTULOS A EJERCER	EN UN MISMO DÍA, SALVO EN LA FECHA DE VENCIMIENTO DE CADA SERIE, SERÁ EL EQUIVALENTE AL 20% DEL TOTAL DE TÍTULOS EN CIRCULACIÓN DE UNA MISMA SERIE
AGENTE COLOCADOR	OPERADORA DE BOLSA SERFIN, S.A. DE C.V., CASA DE BOLSA, GRUPO FINANCIERO SERFIN
REPRESENTANTE COMÚN	VALORES FINAMEX, S.A. DE C.V., CASA DE BOLSA, GRUPO FINANCIERO PROMEX-FINAMEX

FUENTE: El Financiero, Análisis, *Agenda Bursátil*, agosto de 1994, XIII, 3452, pp. 13A.

Cuadro 3-3. Información de inscripción de un título opcional de compra sobre el IPC.

En nuestro país los títulos opcionales (warrants) no se encuentran estandarizados, por lo que al contrario de los que son negociados en las bolsas de Estados Unidos, no están sujetos a límites en los tamaños de sus contratos, en su precio de ejercicio, en el número máximo de contratos a ejercer o respecto a la fecha de vencimiento.

Las principales bolsas americanas, en particular la CBOE, manejan una serie de especificaciones para sus contratos de opciones. Por ejemplo, en lo que respecta al tamaño del contrato al momento de la emisión, un contrato estándar consistirá de 100 opciones, de esta manera si un inversionista compra una opción adquirirá en realidad un lote de opciones para,

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

según sea el caso, comprar o vender 100 acciones del bien de referencia. La Bolsa prescribe el precio de ejercicio bajo el cual deberán ser emitidas y sobre el que los inversionistas estarán dispuestos a negociar. El objetivo en la determinación del precio de ejercicio es captar un gran volumen de operación. La mayoría de las negociaciones con estos instrumentos se concentra sobre opciones cuyo precio de ejercicio se encuentra muy cercano al precio del bien subyacente en el mercado. De este modo, para establecer los precios de ejercicio de las opciones, las bolsas siguen generalmente la regla siguiente: si el precio de la acción es menor a \$25.00 dólares, el precio de ejercicio se encontrará en un intervalo de \$2.50 dólares alrededor del precio del bien; en uno de \$5.00, si el precio de la acción se encuentra entre \$25 y \$200 dólares; y en un rango de \$10 dólares, si el precio del bien de referencia es mayor a \$200 dólares. Para las opciones sobre índices, los precios de ejercicio se encuentran por lo regular en un intervalo de \$5 dólares en relación al nivel del índice.

De igual manera, las fechas de vencimiento de los contratos se encuentran estandarizadas. Es así como cada contrato es emitido sobre un sistema rotatorio con intervalos trimestrales a nueve meses, es decir, es clasificado según su acción subyacente en cuatro posibles ciclos de expiración, los cuales son:

- Enero, abril, julio, octubre.
- Febrero, mayo, agosto, noviembre.
- Marzo, junio, septiembre, diciembre.

La idea de los *ciclos* viene de que, en un inicio, el máximo tiempo para un contrato de opciones era de nueve meses, de tal forma que una opción emitida en enero y catalogada en el primer ciclo podía culminar en enero, abril, julio u octubre; sin embargo, actualmente se emiten opciones con vencimientos mayores a dos años, las cuales reciben el nombre de LEAPS⁷. Actualmente sigue en vigor la clasificación de ciclos pero el vencimiento puede ser en el mes actual de la emisión, el siguiente o en los dos meses posteriores dentro del ciclo al que pertenece la acción referida. Y si la emisión es a finales de mes, en vez de considerar el mes actual y el siguiente se asumen los dos meses posteriores. Por ejemplo si consideramos la emisión de una opción sobre IBM (acción a la que le corresponde el ciclo de enero) a principios de enero, los meses posibles para su vencimientos serán enero, febrero, abril y julio. Pero si esta opción se emite a finales del mismo mes, los meses de vencimiento podrán ser febrero, marzo, abril o julio.

Las bolsas de opciones también imponen un límite de posiciones, el cual define el número máximo de opciones que un inversionista puede retener, mismos que son dados a conocer públicamente por cada bolsa, pudiendo ser de 3000, 5000 u 8000 contratos dependiendo siempre de la bursatilidad y volumen de las acciones en circulación. Para las opciones sobre índices los límites suelen ser mayores, por ejemplo para la opción sobre el S&P 100 el límite consta de 25,000 contratos.

Estos límites también son manejados en nuestro país pero con la diferencia de que cada emisor los fija, sin caer en alguna estandarización impuesta por la bolsa en donde son negociados.

⁷ Por sus siglas en inglés, *Long-Term Equity Anticipation Securities*.

2.3.1 Valores de Referencia

En México, hasta el momento se encuentra autorizada la emisión de títulos opcionales únicamente sobre: **títulos accionarios** cotizados en Bolsa, grupos o **canastas de acciones e índices de precios**, los cuales contemplan índices accionarios (principalmente IPC e INMEX) e incluso al Índice Nacional de Precios al Consumidor. Cabe agregar que la emisión sobre acciones sólo se podrá realizar sobre aquellas que reciben una calificación *alta* con respecto a su nivel de bursatilidad, así como con bursatilidad *media* previa autorización de la CNV. Vale la pena hacer mención que estas opciones que toman como referencia valores de empresas que cotizan en Bolsa, no otorgan ningún tipo de derecho corporativo a los tenedores como en su momento podría otorgar la posesión real del bien de referencia.

Igualmente será posible emitir títulos opcionales sobre grupos de acciones o canastas de acciones, donde las acciones integrantes de las mismas deberán corresponder a la categoría de alta bursatilidad, pudiendo integrar canastas con acciones de bursatilidad media siempre y cuando la CNV lo autorice. Los títulos cuyo valor de referencia es una canasta de acciones presentan varias ventajas con respecto a sus cotizaciones, ya que la diversificación de sus activos favorece que sus cotizaciones sean más aproximadas al comportamiento general de los precios en el mercado.

Al inicio de la operación de estos instrumentos referidos sobre índices de precios sólo se autorizaba la emisión sobre el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC); sin embargo, poco después también fue autorizada la emisión de títulos tomando como referencia al Índice México (INMEX) y, más tarde, ocurrió lo mismo con el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC). En estos casos el inversionista, tenedor del título, obtendrá una cantidad en efectivo equivalente a la diferencia positiva entre el valor del índice y el precio de ejercicio, cuando se trate de títulos opcionales de compra, o entre el precio de ejercicio y el valor del índice en el mercado, en el caso de un título de venta. Por ejemplo, si la diferencia resultase ser de 2577 puntos se le tendría que pagar al inversionista la cantidad de \$2,577.00 pesos, es decir, un peso por cada punto del índice.

En las distintas bolsas del mundo donde se negocian opciones, además de los bienes de referencia antedichos (acciones, canastas de acciones e índices de precios), se emiten opciones sobre una gran variedad de instrumentos, desde bonos, monedas extranjeras, tasas de interés, hasta el punto de emitir opciones sobre opciones que forman parte del grupo de opciones exóticas descritas anteriormente en este capítulo.

En este contexto, se sabe que los contratos sobre divisas más negociados son los que se comercian en la Bolsa de Opciones de Filadelfia sobre dólares canadienses, libras esterlinas, yenes, marcos alemanes, francos franceses y suizos. En lo relativo a los índices subyacentes a las opciones, se cuenta con una importante diversidad, resaltando entre los más transados el Standard & Poors 100 y S&P 500, mismos que son negociados en Chicago. Los tamaños de estos contratos por lo regular son para comprar o vender 100 veces el índice, esto es, si tenemos una opción emitida sobre el índice S&P 100 con un precio de ejercicio de 250 y se ejerce cuando el índice tiene un valor de 264 puntos, entonces el emisor pagará al tenedor la diferencia positiva por el tamaño del contrato $(264-250)(100)=\$1,400$ a razón de un dólar por punto.

También existe la posibilidad de emitir opciones sobre contratos de futuros. En otras palabras, el contrato de futuros actúa como bien subyacente de la opción. De tal forma que al ser

ésta ejercida, el inversionista adquiere del emisor una posición larga en un contrato de futuros más una cantidad en efectivo igual a la diferencia entre el precio del futuro y el precio de ejercicio en el caso que esta fuese positiva, claro para una opción de compra. Pero si se tratase de una opción de venta, el inversionista asumiría una posición corta en el contrato futuro más una cantidad en efectivo de la diferencia positiva entre el precio de ejercicio y el precio del contrato futuro en el mercado.

En la actualidad, en las bolsas de Estados Unidos existen opciones sobre la mayoría de los activos sobre los que se negocian contratos de futuros, tales como opciones sobre maíz, petróleo crudo, oro, soya, divisas; destacando por su alta bursatilidad las opciones sobre futuros referenciados a Bonos del Tesoro (*Treasury-Bond*) negociados en la Bolsa de Chicago (CBT).

2.3.2 Participantes en el Mercado de Títulos Opcionales

Los participantes principales que tienen facultades para actuar en la negociación de estos instrumentos derivados son:

- Emisor de los títulos opcionales.
- Tenedor de los mismos.
- Agente.
- Representante común.
- Bolsa Mexicana de Valores
- Sociedad de Depósito (Indeval).

El **emisor** de títulos opcionales es aquella persona moral que contrae la obligación de comprar o vender valores a un precio preestablecido (precio de ejercicio), a cambio del pago de un precio de emisión o prima, en el momento de ser ejercido el derecho por parte del tenedor o adquirente del título opcional. Por lo que respecta a la calidad del emisor de títulos opcionales, su participación está reservada exclusivamente a las sociedades anónimas con valores inscritos y listados en la BMV, así como a las instituciones financieras tales como casas de bolsa e instituciones bancarias.

De esta forma, los emisores justamente podrán ser de dos tipos:

(1) Sociedades Anónimas (empresas) que coticen sus acciones en la BMV, que solamente podrán emitir títulos opcionales sobre sus propias acciones, siempre y cuando éstas correspondan a las categorías de alta, media o baja bursatilidad. Y previa licencia y justificación de la CNV, podrán efectuar emisiones referidos a acciones de bursatilidad mínima, con el objetivo de diversificar la tenencia e incrementar la bursatilidad accionaria. En el caso que estas empresas emitan títulos opcionales liquidables en especie, la emisión solo podrá ser llevada a cabo por aquellas de capital variable, las cuales suelen utilizar estos instrumentos con el propósito de obtener financiamiento mediante la colocación de nuevas emisiones accionarias.

(2) Instituciones Financieras, tales como Casas de Bolsa e Instituciones Bancarias o de Crédito, que representan la segunda de las dos categorías únicas que se encuentran autorizadas para emitir títulos opcionales sobre acciones que coticen en bolsa, canastas de acciones, así como sobre índices de precios.

Emisor	Calificación bursátil de la acción	Valores de Referencia
Sociedades Anónimas	Alta Media Baja Mínima*	- Sus Propias Acciones
Instituciones Financieras	Alta Media*	- Acciones Listadas - Canastas de Acciones - Índice de Precios Accionarios - Índice Nacional de Precios al Consumidor

* Previa autorización de la CNV.

Cuadro 2-4. Características de los valores de referencia por tipo de emisor.

El *tenedor*, o adquirente, es el inversionista o institución que obtiene el derecho que otorga el título opcional mediante el pago de la prima correspondiente. Podrán tener este carácter las personas físicas o morales de nacionalidad mexicana o extranjera; mismas que estarán sujetas a lo dictado por la ley. Esta categoría incluye a las instituciones bancarias, casas de bolsa, instituciones de seguros y fianzas, así como fondos de pensiones, jubilaciones de personal o de primas de antigüedad.

El *agente*, también llamado intermediario bursátil. En las operaciones de intermediación con títulos opcionales, el agente es la figura encargada de la colocación de estos en el mercado de valores, quien además se responsabiliza de ejecutar todos los procedimientos inherentes a su ejercicio y liquidación: excepto cuando el agente sea al mismo tiempo emisor, en cuyo caso el procedimiento de ejecución estará a cargo del *representante común*. Únicamente podrán figurar como agentes las casas de bolsa, las cuales por ningún motivo podrán realizar la colocación de títulos opcionales emitidos por sociedades controladoras o por instituciones de crédito que formen parte del grupo financiero al que pertenezcan, cuando los warrants estén referidos a las acciones de dichas sociedades.

Esta limitante no será aplicable cuando se trate de warrants sobre canastas de acciones, sobre índices de precios o sobre otras acciones de referencia.

El *representante común* es "aquél que asume la responsabilidad de ejercitar las acciones o derechos que al conjunto de tenedores corresponda, por incumplimiento del emisor o del agente"⁸. Únicamente podrán asumir este papel las instituciones bancarias o casas de bolsa, a las que el emisor de los warrants estará obligado a proporcionar toda la información que requieran para el desempeño de sus funciones. En ningún caso el representante común, delegado de los

⁸ Comisión Nacional de Valores (1992), *Circular 10-157*. Disposiciones de Carácter General aplicables a los documentos denominados Títulos Opcionales (Warrants), CNV, México.

tenedores de la opción, podrá ser la casa de bolsa emisora o el agente de los título opcionales, ni una casa de bolsa o institución bancaria que pertenezca al mismo grupo financiero del emisor.

Además del emisor, el tenedor, el agente y el representante común, existen dos sujetos de vital importancia para el desarrollo del mercado de títulos opcionales, que son la Bolsa Mexicana de Valores y la S.D. Indeval.

La *Bolsa Mexicana de Valores* es el organismo encargado de ofrecer a los participantes del mercado servicios de información relacionados con los títulos opcionales, así como en general de los valores inscritos en Bolsa; de igual forma, es quien se encarga de supervisar las operaciones y el cumplimiento de los principios legales establecidos por parte de los mismos. Su objetivo es facilitar las transacciones con valores y procurar el desarrollo de los mercados respectivos. Tarea que lleva a cabo, asimismo, publicando información sobre los títulos opcionales y los valores de referencia, determinando aspectos operativos de estos a través de su reglamento interno, y reconociendo los índices accionarios que puedan ser utilizados como valores de referencia.

La *S.D. Indeval*, Sociedad de Depósito, Instituto para el Depósito de Valores es la instancia en la cual se localizan todos los valores bursátiles con el fin de facilitar las operaciones relacionadas con la negociación de los títulos opcionales, tales como la transferencia, compensación, liquidación, guarda y administración de dichos instrumentos financieros. En su sede se encuentran físicamente todos los títulos opcionales emitidos, al igual que la mayoría de los instrumentos bursátiles negociados.

El depósito de títulos se constituye mediante la entrega de los valores al Indeval, el cual debe abrir cuentas a favor de sus depositantes. La transferencia de los valores depositados se lleva a cabo por medio de dispositivos apropiados que asientan en sus registros, e igualmente, en las cuentas de los intermediarios bursátiles, sin hacer necesaria la entrega física de los documentos.

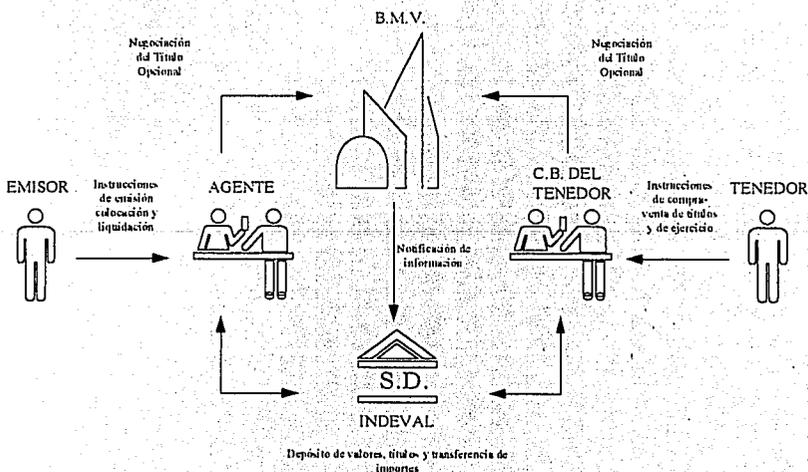


Figura 2-1. Participantes del Mercado de Títulos Opcionales.

El mercado estadounidense de opciones cuenta también con una institución como el S.D.Indeval, llamada la *Cámara de Compensación*. Esta trabaja de la misma manera en que se la definió con los contratos de futuros, cuya denominación formal es *Options Clearing Corporation* (OCC), y se trata de una corporación independiente que garantiza las obligaciones del emisor bajo los términos del contrato. La OCC es la intermediaria en cada transacción, rompiendo todo vínculo entre el emisor y el comprador, tanto al momento de la colocación como en el ejercicio de la opción. Cuando un inversionista desea adquirir una opción tendrá que ponerse en contacto con un intermediario (*brokerage firm*), el cual tendrá que ser miembro de la OCC y, como tal, deberá poseer una cuenta con la OCC así como mantener un margen en depósito por cada operación. Dichos márgenes suelen ser impuestos por la misma OCC con el propósito de garantizar que todas las negociaciones se lleven a cabo regularmente bajo su estricto registro y cobertura. Cuando los inversionistas ejercen sus derechos, nuevamente recurren a su intermediario que, a su vez, girará la orden de ejercicio a la OCC. Esta seleccionará aleatoriamente a un miembro que tenga la posición contraria para, de este modo, realizar la entrega del bien subyacente o de una cantidad en efectivo resultante del valor intrínseco, según sea su tipo de liquidación. Así, todas las opciones que en la fecha de vencimiento se encuentren Dentro-del-Dinero tendrán que ser ejercidas, al menos que los costos de transacción sean mayores al pago proveniente del ejercicio de la opción.

Al igual que en México, en la fecha de vencimiento los intermediarios ejercerán los derechos automáticamente sin autorización del tenedor, cuando esto resulte en un beneficio. Con la salvedad de que en la OCC se debe dar cumplimiento a ciertos límites, por ejemplo, el ejercicio del derecho se llevará a cabo si el tenedor del título tiene una posición Dentro-del-Dinero por más de 75 centavos de dólar, en el caso de que el tenedor fuera un particular; y si es una empresa o institución financiera, bastará con que se encuentre Dentro-del-Dinero por más de 25 centavos de dólar.

2.3.3 Ejercicio de los Títulos Opcionales

En México, el ejercicio del derecho que conceden los títulos opcionales se lleva a cabo fuera de la Bolsa de Valores, pero se considera como si fuera realizado a través de la misma. Los trasпасos de los títulos y valores de referencia se llevan a cabo por conducto de la S.D.Indeval. Al ejercer el derecho de un título opcional liquidable en especie, se realizará a través de la Bolsa como una operación de registro.

Todas las emisiones de títulos opcionales, ya sean de compra o de venta, deberán especificar las condiciones en que se ejercerá el derecho que otorga el instrumento por el pago de la prima. El ejercicio del derecho podrá ser pactado para su liquidación en especie o en efectivo, mismo que podrá llevarse a término dentro de los periodos o fecha que determine el emisor y que se indican en el prospecto del propio título. De igual manera, será posible ejecutar el ejercicio antes de su fecha de vencimiento cuando se trate de un título opcional americano, o bien, hasta la fecha de vencimiento, si es un título opcional del tipo europeo.

Cuando un inversionista, tenedor de un warrant del tipo *americano*, ejerce su derecho antes de la fecha de vencimiento, es decir de manera anticipada, su ganancia será el valor

intrínseco que en ese momento haya adquirido el título. Sin embargo, si el inversionista negocia su derecho en el mercado secundario podrá obtener un beneficio adicional, ya que esto le permitirá obtener no sólo el valor intrínseco del título opcional sino también el valor adicional por tiempo, es decir, las expectativas de que el título incremente su valor intrínseco hasta su vencimiento como resultado de las variaciones esperadas en el precio del bien subyacente.

En el caso de los warrants del tipo *europeo* , es decir aquellos que su ejercicio sólo se puede llevar a cabo hasta la fecha de su vencimiento, las casas de bolsa estarán obligadas a realizar el ejercicio sin la necesidad de recibir ordenes por parte de los tenedores de los instrumentos derivados, siempre y cuando éstos sean liquidables en efectivo y con valor intrínseco a la fecha de su vencimiento, es decir, que se encuentren Dentro-del-Dinero. El ejercicio de los títulos opcionales liquidables en especie requerirá forzosamente la instrucción del tenedor. Esto se justifica debido por el hecho que el tenedor ha de entregar la cantidad en efectivo correspondiente al precio de ejercicio del bien de referencia tratándose de un warrant de compra; o en su caso deberá entregar el bien subyacente respectivo, al ejercicio de su warrant de venta. Es necesario aclarar que el vencimiento del plazo de los títulos opcionales o la fecha establecida para su ejercicio, deberá coincidir con un día hábil. Si por cualquier motivo el día dejara de ser hábil, los derechos correspondientes se ejercerán el siguiente día hábil inmediato.

Para que los inversionistas ejerzan su derecho conferido por el título opcional, deberán instruir a sus casas de bolsa para que actúen por su cuenta dentro del plazo de vigencia del contrato o en la fecha de vencimiento, según se señale en el acta de emisión. Una vez que las casas de bolsa han recibido instrucciones por parte de los inversionistas, mismas que tendrán carácter de irrevocables, dichas instituciones procederán a ejercer los derechos dando aviso a la S.D. Ineval que, como ya se definió, es la entidad responsable del traspaso de títulos opcionales, acciones y flujos de efectivo. El mismo día que reciben las instrucciones por parte de los tenedores, las casas de bolsa reportarán los saldos de los títulos opcionales ejercidos por cada emisión a la BMV y al S.D. Ineval, asimismo, la institución depositaria notificará dicho saldo al agente de la emisión correspondiente.

Para la liquidación de títulos opcionales en *efectivo* , la casa de bolsa solicitará a la S.D. Ineval el traspaso de los títulos opcionales de su cuenta a la cuenta del agente, quien deberá enterar el importe del valor intrínseco que haya recibido del emisor del título. Este traspaso se llevará a cabo al tercer día hábil después del ejercicio del derecho que otorga el título opcional. Ese mismo día la S.D. Ineval transferirá el importe del valor intrínseco de los títulos opcionales a las cuentas de las casas de bolsa correspondientes, las que a su vez, registrarán en las cuentas de sus clientes (los tenedores) la salida de los títulos ejercidos y el abono del importe equivalente al valor intrínseco de los mismos.

Para la liquidación de los títulos opcionales en *especie* , como ya hemos mencionado, la casa de bolsa requerirá la instrucción expresa del tenedor. En virtud de que éste deberá entregar una cantidad en efectivo igual al precio de ejercicio del título, o bien, hará llegar los valores de referencia correspondientes al ejercicio de su título de venta. Considerando warrants de tipo compra, la casa de bolsa solicitará al Ineval que realice la transferencia de los títulos opcionales de su cuenta a la cuenta del agente del emisor, así como el traspaso de los bienes subyacentes de la cuenta del último a la de las casas de bolsa intermediaria del tenedor; y si se tratara de títulos de venta, se realizará el procedimiento inverso. Lo anterior será realizado al tercer día hábil posterior al ejercicio del derecho. Ese mismo día, la S.D. Ineval recibirá y transferirá la cantidad igual al precio de ejercicio correspondiente que le enteren la casa de bolsa o el agente, según se trate de

títulos de compra o de venta. Y del mismo modo, las casas de bolsa deberán reflejar estos movimientos en las cuentas de sus clientes tenedores de títulos opcionales.

Durante la operación y negociación con warrants se pueden llegar a dar lo que se conoce como *eventos extraordinarios*, que en un momento dado podrían afectar el ejercicio y liquidación de estos productos derivados. Se entiende por eventos extraordinarios las suspensiones de cotización en Bolsa de una serie accionaria considerada como bien subyacente de una opción; y no aquellas suspensiones producto de variaciones excesivas por parte de los precios. La ocurrencia del evento extraordinario da lugar, a su vez, a la suspensión simultánea de la cotización de los títulos opcionales. Cuando se trate de opciones sobre una canasta o índice de precios, se consignará en el acta de emisión y en el prospecto informativo la acción o acciones, o el porcentaje de emisoras de acciones de la canasta o índice de referencia, cuya suspensión de cotización en Bolsa afecte de manera extraordinaria a los instrumentos derivados. Asimismo, éstos reiniciarán su cotización simultáneamente a la reanudación de cotizaciones de las acciones de referencia, o bien, de las acciones integrantes de la canasta o índice de referencia, cuya suspensión hubiese dado lugar a la suspensión de la cotización de los mismos.

Mientras dure la suspensión de la cotización de los títulos opcionales (warrants), los tenedores no podrán ejercer derecho alguno. En el caso que la suspensión se prolongase hasta la fecha de vencimiento, la valuación se pospondrá hasta el siguiente día hábil en que se levante la suspensión, siempre y cuando no transcurran más de cinco días hábiles. Si la interrupción de la cotización persiste más allá de ese lapso, el cálculo para la liquidación se realizará considerando el precio relativo al último hecho en bolsa del bien subyacente, asimismo, si el valor intrínseco resulta positivo, las casas de bolsa podrán ejercer los derechos en favor de sus clientes tenedores. Finalmente, en caso de presentarse un evento extraordinario, será la Bolsa de Valores quien difundirá los procedimientos a seguir en cuanto a valuación, ejercicio y liquidación, atendiendo lo previsto en el acta de emisión y en el prospecto informativo.

2.3.4 Cobertura

La **cobertura** es un depósito en garantía que realizan los emisores de los títulos opcionales ante la S.D. Indeval, con el fin de garantizar a los tenedores de los mismos los compromisos contraídos con la emisión y colocación de estos instrumentos, al llegar el momento del ejercicio del derecho. Este depósito puede efectuarse de varias formas, a través de los mismos bienes de referencia, con otros bienes que se encuentren relacionados o mediante una cantidad en efectivo. El emisor se encuentra obligado, por ley, a cubrir estos depósitos con el objetivo de evitar la acumulación de pérdidas que no se puedan pagar, ya que si el precio del bien de referencia tiene un comportamiento inesperado y se sitúa en un valor no deseado, los rendimientos que se pueden obtener de nuestras inversiones en estas acciones pueden no ser suficientes para afrontar las obligaciones al momento del ejercicio.

Las empresas que emitan títulos opcionales sobre sus propias acciones, tendrán que mantener como cobertura las acciones de su tesorería, o en su caso, acciones recompradas en el Mercado de Valores. Asimismo deberán depositar dicha cobertura en la S.D. Indeval, donde se les proporcionará una cuenta especial para este propósito. Misma que en cualquier momento se

encontrará a disposición del agente, participante autorizado para ordenar la transferencia de estos valores al momento del ejercicio, cuando se trate de títulos opcionales de compra. Tratándose de títulos opcionales de tipo venta, la empresa constituirá un fondo de cobertura en una cantidad suficiente para liquidar la compra de los bienes de referencia que amparen los títulos.

Las instituciones financieras emisoras de títulos opcionales, predominantemente casas de bolsa, deberán también constituir una cobertura respecto de cada emisión que realicen, teniendo que mantenerla durante la vigencia de los mismos. En el caso de títulos opcionales de compra, la cobertura se constituirá con las acciones de referencia y/o con valores correlacionados a éstas; y en los títulos opcionales de venta, con ventas en corto de las mismas acciones de referencia y/o con valores correlacionados. De igual forma, estas coberturas pueden conformarse con opciones o títulos opcionales de emisión nacional o extranjera sobre los mismos bienes subyacentes, cuidando siempre de contrarrestar el riesgo cambiario que pudiera afectar la cobertura. Igualmente, la cobertura podrá componerse con valores gubernamentales, fundamentalmente Ajustabonos, cuando los títulos sean emitidos sobre el INPC.

Los valores que constituyan la cobertura de los títulos opcionales de compra deberán mantenerse en una cuenta separada en el S.D. Indeval por cada emisión y serie de títulos. La cual será denominada como Cuenta Especial de Cobertura.

Para los efectos del cálculo de la cobertura se considerará la **delta**, que es la relación entre los movimientos de los precios de los títulos opcionales con respecto a los movimientos del precio del bien subyacente, expresada en unidades o fracciones. La delta de la cobertura deberá neutralizar, al cierre del día, la exposición al riesgo del total de los títulos vigentes que hayan sido emitidos. Tal como se verá en el capítulo próximo, el papel de la delta se establece al representar una medida de sensibilidad de la prima respecto al precio de los bienes subyacentes. La delta es no negativa para el título opcional de compra, y no positiva para el título de venta, siendo en valor absoluto de 0 a 1. Cabe agregar que este indicador cambia constantemente, por lo que la cobertura del título opcional deberá monitorearse y ajustarse periódicamente. Básicamente, tenemos que:

$$\Delta = \frac{C_t - C_{t-1}}{S_t - S_{t-1}}$$

Donde

- Δ Delta de la opción
- C Precio de la opción
- S Precio de la acción o bien subyacente
- t Subíndice que expresa temporalidad

Por ejemplo, supongamos la emisión de un título opcional de compra sobre COMERCIO, bajo las siguientes condiciones:

Precio de ejercicio	$X =$ NS\$100.00
Precio de la acción	$S =$ NS\$120.00
Tiempo al vencimiento	$t = 1$ (365 días)
Tasa libre de riesgo	$r = 25\%$
Volatilidad	$\sigma = 30\%$

A partir de lo cual el precio del instrumento está dado por⁹: $C = \text{N}\$43.08$. Ahora bien, si el precio de la acción experimentara un incremento de 20%, es decir, que S se ubicara en $\text{N}\$144.00$ (aumentando la posición Dentro-del-Dinero de la opción), el precio del título opcional se elevaría -continuyendo lo demás constante- a $\text{N}\$ 66.36$. De ahí que la *delta* estaría dada por:

$$\Delta = \frac{66.36 - 43.08}{144 - 120} = 0.97$$

Lo que nos estaría indicando que para un cambio en el precio de la acción, se tendrá una variación de 0.97 en el precio del título opcional.

Para visualizar el aspecto de cobertura que implica la *delta*, presentamos un ejemplo más real en términos de lo que significa para el emisor el ajuste en posición durante el plazo del título opcional.

Figúrese que se ha emitido un warrant a un año sobre 1,000 acciones de ICA* con un precio de ejercicio de $\text{N}\$7.36$ y con una prima de $\text{N}\$1.318$ por acción. El nivel actual de la acción es de $\text{N}\$7.3$ y la tasa de interés libre de riesgo que regirá durante el plazo de vigencia es de 15%. Consideremos el horizonte del proyecto en trimestres, de tal forma que t irá asumiendo paulatinamente los valores: $1/4, 1/2$ y $3/4$. Así, iniciamos el análisis considerando:

i) Cuando $t_0 = 1$, $S_0 = 7.3$ y con una *delta* establecida en $\Delta_0 = 0.75$

Ante esto, el número de acciones en cobertura, denotado por AC , deberá ser:

$$AC_0 = (\text{Delta}) (\text{Número de acciones de referencia}) = (0.75) (1000) = 750$$

Por tanto, el mantener esta cobertura de 750 acciones ocasionará un importe de:

$$\text{Importe}_0 = (AC_0) (S_0) = (750) (7.3) = 5,475$$

Con lo que me resta una cantidad líquida que bien puede ser dispuesta sobre una inversión de renta fija, al tiempo que se evita que los recursos permanezcan ociosos. Este saldo en efectivo, que llamaremos por *Efec*, es en este caso la diferencia entre el saldo inicial y la inversión en acciones de cobertura, esto es:

$$Efec_0 = \text{Saldo anterior} - \text{Importe} + \text{Intereses realizados} = 7,300 - 5,475 = 1,825$$

Obteniendo intereses de:

$$i_0 = (Efec_0) (\text{Tasa de interés efectiva}) = (1,825) \left(\frac{0.15}{4} \right) = 68$$

los que serán realizables hasta el siguiente trimestre.

⁹ Posteriormente, se darán los fundamentos teóricos para corroborar que esto es cierto.

Es así como el emisor finalizaría el periodo con el saldo inicial de N\$7,300 distribuido en:

- N\$ 5,475 en acciones de cobertura, y
- N\$ 1,825 en efectivo

$$\text{Saldo}_0 = \text{Inversión en acciones}_0 + \text{Efec}_0 = 5,475 + 1,825 = 7,300$$

Nótese que lo anterior se ha definido sin considerar la prima recibida, para el caso:

$$\text{Prima} = (1.318) (1000) = 1,318$$

ii) Cuando $t_1 = 0.75$

Supóngase dos situaciones posibles, una en la que el precio de la acción se incrementa en 10% y otra en la que se reduce en la misma magnitud.

ii.1) $S_{1,1} = 8.03$ y con una *delta* establecida en $\Delta_{1,1} = 0.85$

Lo anterior nos indica que se debe actualizar la cobertura a 850 acciones, sin embargo, como ya se poseían 750 acciones, sólo será necesario adquirir las 100 restantes al nuevo precio, es decir:

$$AC_{1,1} = (0.85) (1000) = 850$$

$$\text{Importe}_{1,1} = (-100) (8.03) = 803$$

Disminuyendo el saldo en efectivo por la cantidad anterior:

$$\text{Efec}_{1,1} = 1,825 - 803 + 68 = 1,090$$

y su correspondientes interés para el siguiente trimestre:

$$i_{1,1} = (1,090.44) \left(\frac{0.15}{4} \right) = 41$$

De esta forma se concluiría el periodo con un saldo de:

$$\text{Saldo}_{1,1} = (850) (8.03) + 1,090.44 = 7,916$$

ii.2) $S_{1,2} = 6.57$ y con una *delta* establecida en $\Delta_{1,2} = 0.45$

Por lo tanto, la cobertura se debe ajustar a 450 acciones, y dado que ya se contaba con 750, se deberán vender las 300 acciones sobrantes con la finalidad de no encarecer la posición.

$$AC_{1,2} = (0.45) (1000) = 450$$

$$\text{Importe}_{1,2} = (-300) (6.57) = -1,971$$

De esta forma, el importe de la cobertura pasa a formar parte del saldo en efectivo.

$$Efec_{1,2} = 1,825 - (-1,971) + 68 = 3,864$$

y su correspondientes interés para el siguiente trimestre:

$$i_{1,2} = (3,864) \left(\frac{0,15}{4} \right) = 145$$

Así se concluiría el trimestre con un saldo de:

$$Saldo_{1,2} = (450) (6,57) + 3,864 = 6,821$$

Si continuáramos en la misma dirección hasta el vencimiento del warrant, obtendríamos el diagrama siguiente para el caso en que la acción experimentara un incremento de 10% en cada trimestre:

<i>t</i>	<i>S</i>	Δ	Acciones en Cobertura	Importe	Saldo en Efectivo	Intereses	Saldo
1	7.30	0.75	750	5,475	1,825	68	7,300
0.75	8.03	0.85	850	803	1,090	41	7,916
0.50	8.83	0.96	960	971	160	6	8,637
0.25	9.71	0.99	1000	388	-222	---	9,488

y para la situación bajista, sería:

<i>t</i>	<i>S</i>	Δ	Acciones en Cobertura	Importe	Saldo en Efectivo	Intereses	Saldo
1	7.30	0.75	750	5,475	1,825	68	7,300
0.75	6.57	0.45	450	-1,971	3,864	145	6,821
0.50	5.91	0.26	260	-1,123	5,132	192	6,669
0.25	5.32	0.02	0	-1,383	6,707	252	6,959

Tal como se puede observar, a medida que el título opcional se acerca a su vencimiento, la Δ tiende a 1 en el caso en que el instrumento se encuentra en la condición Dentro-del-Dinero, lo que significa que, dado que es inminente el ejercicio, el emisor deberá contar con las acciones subyacentes para cumplir su obligación con el tenedor. Por otra parte, cuando el warrant se ubica en el nivel Fuera-del-Dinero, la Δ tiende a 0 indicando que no es necesaria la posición en acciones pues es seguro que el tenedor no ejercerá su derecho de compra.

A la par con el mantenimiento de la cobertura, las casas de bolsa emisoras deberán asimismo cubrir, durante el plazo de vigencia, con la norma de liquidez agregada que se aplica al conjunto de las emisiones vigentes de títulos opcionales. Además deberán constituir y mantener, como una cobertura adicional, un par de reservas en sus pasivos. Estas últimas se derivarán, ya no de los bienes de referencia, correlacionados o derivados, si no de las primas cobradas a los inversionistas. Una de estas reservas es la denominada *reserva de primas cobradas por emisión de títulos opcionales*, la cual se constituye con el 5% de las primas y se ve incrementada con cada emisión de warrants. A su vez, ésta servirá como respaldo en el caso que no sea suficiente la segunda reserva, llamada *reserva para costos de cobertura de títulos opcionales*, la cual contará con la aportación del 95% de las primas cobradas por cada una de las emisiones. Una vez que la emisión de los títulos finalice su vigencia, esto es, cuando se haya ejercido el derecho o que los mismos lleguen al vencimiento sin valor, esta reserva podrá registrarse en los resultados del emisor en caso de que le haya generado una utilidad.

2.4 Estrategias de Inversión

Un sinnúmero de formas se dan al momento de negociar con títulos opcionales con el fin de obtener ganancia de este mercado. Lo anterior resulta de sumo interés sobre todo por la variedad y flexibilidad que presenta la manipulación de estos títulos en el diseño de estrategias de inversión. En esta sección presentaremos los procedimientos más representativos operados con estos instrumentos, clasificándolos en dos grupos de manera que se facilite nuestra exposición.

2.4.1 Combinaciones

Una **combinación** es una estrategia de inversión que involucra tomar posiciones en un título opcional de compra o de tipo venta sobre la misma acción.

Straddle

Una de las combinaciones más utilizadas es la llamada *straddle*, la cual es muy apropiada cuando un inversionista espera un fuerte movimiento en el precio de una acción, pero no sabe hacia que dirección será (ya sea a la alza o a la baja). Lo anterior implica que experimentará un

incremento en su volatilidad. En el caso que el precio de la acción resultase muy cercano al precio de ejercicio, la presente estrategia se convertiría en una pérdida para el inversionista e, indudablemente, se obtendrá una utilidad si los movimientos en la acción son muy significativos.

Formalmente, esta figura consiste en la adquisición de un título opcional de compra y otro de venta bajo las mismas características, en términos del bien subyacente, precio de ejercicio y fecha de vencimiento.

Por ejemplo, supongamos que se adquiere en el mercado un título opcional de compra y uno de venta sobre una acción de VITRO (el VTR508A-DC002 y el VTR508A-DV001, respectivamente¹⁰) con un precio de ejercicio de \$27.00 (X) y una fecha de vencimiento al 1 de agosto de 1995. La acción tiene un precio en el mercado de \$29.00 (S), el título opcional de compra tiene una prima de \$3.00 (C) y el de venta ubica la suya en \$2.00 (P).

		$X < S_T$		$X = S_T$	$X > S_T$	
Opción Compra	X	DD	DD	ED	FD	FD
	S	-27	-27	-27	-27	-27
	C	37	28	27	26	17
	Resultado	-3	-3	-3	-3	-3
		-----			-----	
Opción Venta	X	FD	FD	ED	DD	DD
	S	-27	-27	-27	-27	-27
	P	37	28	27	26	17
	Resultado	-2	-2	-2	-2	-2
		-----			-----	
Total		5	-4	-5	-4	5

Nos resultará indiferente ejercer y, por tal, sólo perderemos el importe de la prima.

Esto es dado a que la opción expira sin ningún valor y lo máximo que se puede perder es el precio de la prima.

NOTA: Denotamos DD=Dentro-del-Dinero, ED=En-el-Dinero y FD=Fuera-del-Dinero.

Cuadro 2-5. Tabla de pagos y cobros de una estrategia *Straddle*.

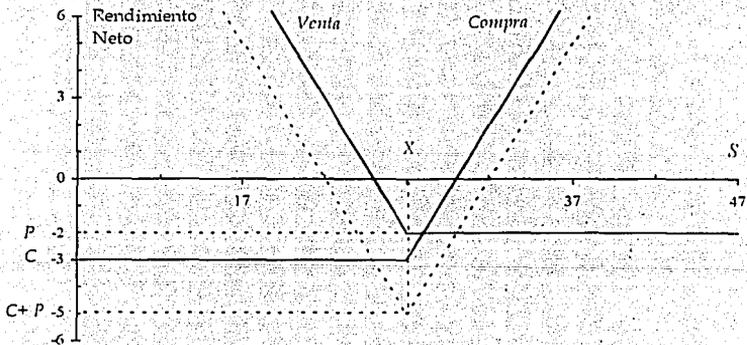
¹⁰ Significado de las claves: Considerando el primer conjunto de símbolos, las primeras tres letras se refieren al bien subyacente; el número inmediato a dichas letras y el primero de derecha a izquierda, indican el año y el mes de vencimiento, respectivamente; el último carácter, se refiere al estilo del instrumento (E: europeo, A: americano, R: rendimiento limitado europeo, L: rendimiento limitado americano). La segunda parte de la clave incluye si se trata de un warrant liquidable en efectivo (D), en especie (E) y, finalmente, su serie.

En el cuadro 2-5 presentamos cinco posibles precios del bien subyacente que podrían darse a la fecha de vencimiento de los títulos con sus correspondientes resultados por la estrategia, con: $S = 29$, $X = 27$, $C = 3$, $P = 2$.

De esta forma, para el título de compra tenemos que si el precio de la acción se encuentra en \$37.00 nuestra estrategia podrá tener una ganancia de \$7.00 dado que se encuentra Dentro-del-Dinero; pero en el caso que el precio de la acción llegara a ser igual a \$17.00, indudablemente nuestro título se encontraría Fuera-del-Dinero y vencería sin valor, perdiendo únicamente la cantidad que fue pagada por concepto de la prima. Si el precio de la acción se encontrase en \$27.00 (igual al precio de ejercicio), el título opcional se finalizaría En-el-Dinero, por lo que nos resultaría indiferente ejercerlo o no, perdiendo solamente la prima pagada. De este modo, lo anterior nos da posibles ganancias y pérdidas en cada caso de \$7.00, -\$3.00 y -\$3.00 respectivamente.

En cuanto al título de tipo venta tenemos que será ejercido cuando el precio en el mercado en la fecha del vencimiento sea menor que el precio de ejercicio; vencerá sin valor cuando se encuentre Fuera-del-Dinero ($X < S_T$); y nos será indiferente ejercerlo cuando esté en la situación En-el-Dinero. De la misma forma, con esta opción convencional obtendremos ganancias y pérdidas de -\$2.00, -\$2.00 y \$8.00, respectivamente.

Sumando los resultados de ambos títulos obtendremos el efecto general de nuestra estrategia de inversión, misma que adoptará los valores \$5.00, -\$5.00 y \$5.00. Es claro que la máxima pérdida a la que nos podemos enfrentar es la suma de las primas pagadas por los títulos de compra y de venta, ocurriendo ello cuando el precio de la acción subyacente sea próximo al precio de ejercicio. Como se muestra en la gráfica 2-9, también es evidente que se obtiene una ganancia cuando la acción experimenta una fuerte disminución o incremento en su precio de mercado en la fecha de vencimiento.



Gráfica 2-9. Combinación Straddle

Existe una estrategia muy similar a la *straddle*, la cual se conoce con el nombre de *strangle*, misma que sólo difiere de la anteriormente mencionada en que los títulos opcionales de tipo compra y venta se adquieren con distintos precios de ejercicio. El consecuente efecto es que

el inversionista estará pronosticando, al igual que con la *straddle*, movimientos alcistas o bajistas en el precio del bien subyacente, con la diferencia de una mayor seguridad en la ocurrencia de variaciones considerables, específicamente mayores que las que se augurarían con la estrategia antedicha. No obstante, la incertidumbre mencionada encuentra una relativa justificación en el hecho que la posible pérdida en caso de no cumplirse las expectativas, será menor que la correspondiente a la estrategia de comparación.

Descubierto (Strip)

La *estrategia de inversión al descubierto* consiste en la adquisición de dos títulos opcionales de venta y un título opcional de compra sobre un mismo bien subyacente. Asimismo, esta es una estrategia parecida a la *straddle*, la cual otorga un beneficio mayor en el caso en que el mercado subvalúe el precio del bien subyacente, es decir que tenga un fuerte movimiento a la baja. Si consideramos los mismos datos que en la sección anterior y atendiendo ahora que tenemos dos títulos opcionales de venta, resulta en:

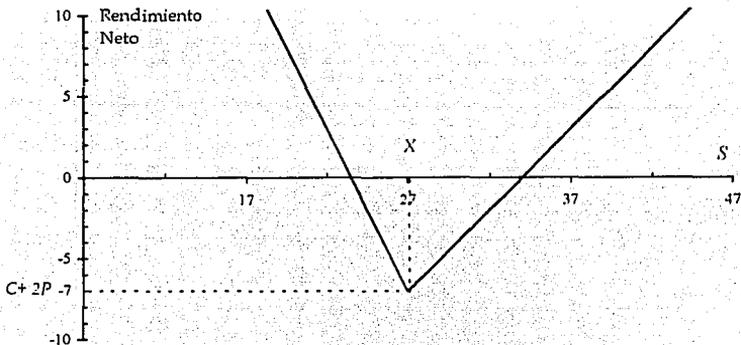
		$X < S_T$	$X = S_T$	$X > S_T$
1 Opción Compra	X	DD	ED	FD
	S	-27	-27	-27
	C	37	27	17
	C	-3	-3	-3
Resultado		7	-3	-3
2 Opción Venta	X	FD	ED	DD
	S	54	54	54
	P	-74	-54	-34
	P	-4	-4	-4
Resultado		-4	-4	16
Total		3	-7	13

NOTA: Denotamos DD=Dentro-del-Dinero, ED=En-el-Dinero y FD=Fuera-del-Dinero.

Cuadro 2.6. Tabla de pagos y cobros de una estrategia al Descubierto.

La caída del precio de la acción proporcionaría un beneficio mayor para el inversionista poseedor de esta estrategia, ya que ganaría \$13.00 que es superior a la ganancia de \$10.00 que se alcanzaría con un fuerte movimiento a la alza. Hay que recordar que este tipo de estrategias se diseñan para situaciones en que se espera un incremento de la volatilidad del bien subyacente, de tal suerte que el *strip* será de gran utilidad para aquellos inversionistas que esperan un fuerte movimiento en los precios de las acciones e, igualmente, consideran que una baja en el precio de la acción será más probable que un incremento.

Con esta estrategia también se experimentará la pérdida de las primas, en el caso que el precio de la acción sea muy aproximado o igual al precio de ejercicio de los títulos opcionales.



Gráfica 2-10. Combinación Strip

Strap

El *strap* es la estrategia contraria del *strip*, consistente en adquirir una posición larga en dos títulos opcionales de compra y en uno de tipo venta, con los mismos precios de ejercicio y fechas de vencimiento. La presente estrategia otorga un beneficio mayor cuando el precio de la acción tiene un fuerte movimiento a la alza. Supongamos, de la misma manera, los datos con los que hemos venido ilustrando las pasadas estrategias.

		$X < S_T$	$X = S_T$	$X > S_T$
2 Opción Compra	X	DD	ED	FD
	S	-54	-54	-54
	C	74	54	34
	Resultado	-6	-6	-6
		-----	-----	-----
Opción Venta	X	FD	ED	DD
	S	27	27	27
	P	-37	-27	-17
	Resultado	-2	-2	-2
		-----	-----	-----
Total		12	-8	2

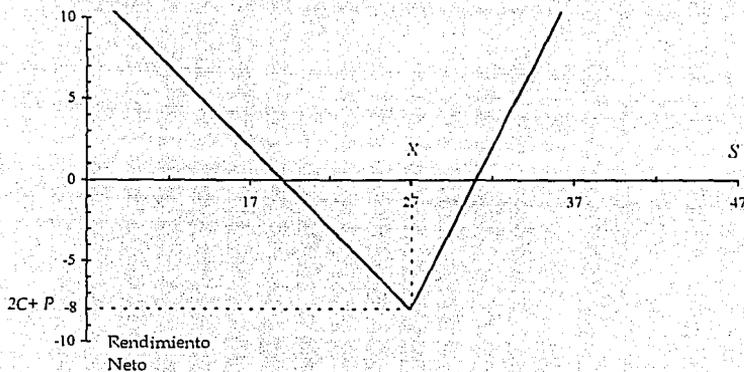
NOTA: Denotamos DD=Dentro-del-Dinero, ED=En-el-Dinero y FD=Fuera-del-Dinero.

Cuadro 2-7. Tabla de pagos y cobros de una estrategia Strap.

De este modo, el inversionista apuesta que habrá un fuerte movimiento en el precio del bien de referencia y considera que es más probable que este movimiento se dé a la alza que a la baja.

Supongamos, por ejemplo, que VITRO está en negociaciones con un banco estadounidense para el otorgamiento de un préstamo muy fuerte, el cual será utilizado para sus planes de expansión en América Latina. Si se otorgase el préstamo la empresa experimentaría un fuerte incremento en sus acciones cotizadas en la Bolsa, debido a sus expectativas de crecimiento, hecho que también estaría indicando que dicha empresa cuenta con una muy buena calidad crediticia.

Pese a ello, el banco estadounidense ha venido aplazando el anuncio de la otorgación del préstamo por los recientes e inciertos acontecimientos en nuestro país, al grado que podría llegar a cancelarse y, en consecuencia, los planes de VITRO se vendrían abajo con sus respectivos efectos adversos en sus acciones. Sin embargo, la estrategia en cuestión prevé estos dos posibles escenarios, ya que de una manera u otra (se le otorgue el préstamo o no) aquel inversionista que haya conformado su cartera con este tipo de estrategia obtendrá una ganancia.



Gráfica 2-11. Combinación Strap

2.4.2 Diferenciales (*Spreads*)

Este tipo de estrategias toman forma cuando el inversionista conforma su posición con dos o más títulos opcionales del mismo tipo. Ya no únicamente con uno de compra y uno de venta, sino con dos o más títulos de compra o de tipo venta, con diferentes precios de ejercicio o con diferentes fechas de vencimiento.

Diferenciales Alcistas (Bull Spread)

Este es uno de los diferenciales más populares en los mercados de opciones. Es denominado como "toro" debido a que en los mercados accionarios americanos el toro es el símbolo de precios a la alza, y como las opciones iniciaron su comercio moderno en los mercados estadounidense se adoptó esta terminología.

El *diferencial alcista* consiste en adquirir un título opcional de compra con un precio de ejercicio igual a X_1 y vender otro título opcional de compra con un precio de ejercicio de X_2 , donde $X_1 < X_2$. Ambos con la misma fecha de vencimiento.

Supongamos nuevamente, un par de títulos opcionales sobre VITRO ambos de compra. Mismos que podrían ser el VTR510A-DC003 y el VTR508A-DC002, los cuales tienen una fecha de vencimiento al 3 de octubre de 1995 y un precio de ejercicio de \$27.00 y \$37.00, respectivamente. Se asume en este último una posición corta, es decir, nosotros lo hemos emitido. El precio en el mercado del bien de referencia se ubica en \$32.00 y las primas son: \$3.00 para la opción en la que nos encontramos largos y \$2.00 para la opción en la que nos encontramos cortos.

		$S_T \leq 27$		$27 < S_T < 37$			$37 \leq S_T$	
Opción Larga	X	FD	ED	DD	DD	DD	DD	DD
	S	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27
	C_1	17	27	30	32	35	37	47
	Resultado	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6
		-6	-6	-3	-1	2	4	14
Opción Corta	X	FD	FD	FD	FD	FD	ED	DD
	S	37	37	37	37	37	37	37
	C_2	-17	-27	-30	-32	-35	-37	-47
	Resultado	4	4	4	4	4	4	4
		4	4	4	4	4	4	-6
Total		-2	-2	1	3	6	8	8

NOTA: Denotamos DD=Dentro-del-Dinero, ED=En-el-Dinero y FD=Fuera-del-Dinero.

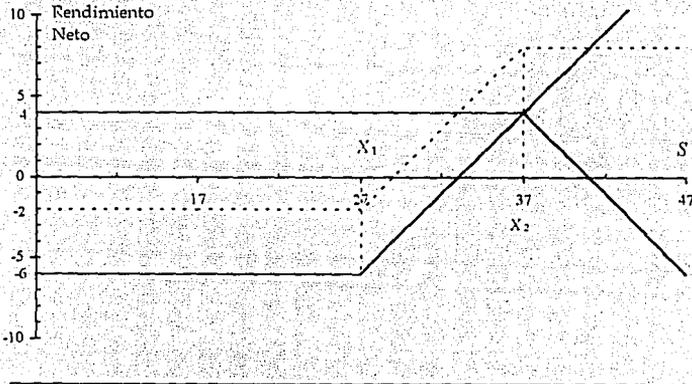
Cuadro 2-8. Tabla de pagos y cobros de una estrategia Diferencial Alcista.

Esta estrategia es recomendada para aquellos inversionistas que vaticinan que la acción va a tener una ligera tendencia a la alza. Como el inversionista con estas expectativas asume una posición larga en un título opcional de compra, tendrá que esperar a que el precio del bien de referencia sea lo suficientemente alto como para que comience a registrar una ganancia, lo cual ocurrirá en nuestro ejemplo hasta que $S_T > 30$. Con la estrategia *diferencial alcista*, se ha asumido asimismo una posición corta en un título opcional de compra, pero con un precio de ejercicio mayor al de nuestra posición larga ($X_1 < X_2$), de esta forma comenzaremos a registrar

utilidades a partir de que en el primero dejemos la condición En-el-Dinero con una tendencia a la alza; es decir, cuando $27 < S_T$ y no hasta que $30 < S_T$, como sucedería con nuestra simple posición larga. De ahí que la presente estrategia sea la apropiada para el caso en que se esperen pequeños movimientos que incrementen el precio de la acción. En adición a ello, se tiene un límite de ganancias en aquella circunstancia en la que se incremente demasiado el precio de la acción, por lo que si se pronostica un fuerte incremento en el precio del subyacente, será mejor recurrir a otro tipo de estrategia, ya que esta sólo nos permitirá ganar \$9.00 una vez que el precio del bien subyacente sea igual o mayor al precio de ejercicio de la posición corta ($X_2 < S_T$).

No obstante, también se limitan las posibles pérdidas como emisores de uno de los warrants de compra cuando $S_T \leq X_1$, mismas que en todo caso serán menores que las que se afrontarían conservando únicamente la posición larga.

En la siguiente gráfica se ilustra lo descrito, donde las líneas continuas representan las dos posiciones mostrando separadamente sus ganancias. La estrategia de la Diferencial Alcista es representada por la línea punteada siendo, la cual, el resultado de la suma de ambas posiciones.



Gráfica 2-12. Diferencial Alcista

De la misma manera, también pueden ser creados *diferenciales alcistas* con títulos opcionales de venta, comprando un título de venta con un precio de ejercicio bajo y vendiendo otro con un precio de ejercicio mayor.

Diferencial Bajista (Bear Spread)

Su nombre se debe a la estigmatización de la palabra “oso” como símbolo de precios a la baja. Esta estrategia es totalmente opuesta a la precedente, pues el inversionista espera que el precio del bien subyacente experimente un ligero movimiento a la baja.

La estrategia consiste en la adquisición de un título opcional de compra con un precio de ejercicio igual a X_1 y vender otro título opcional de compra con un precio de ejercicio X_2 , donde $X_1 > X_2$. Ambos con la misma fecha de vencimiento.

Considerando que tenemos los mismos títulos opcionales, en donde hemos comprado uno por \$2.00 con un precio de ejercicio igual a $X_1=37$ y hemos vendido otro a un precio de \$3.00 con un precio de ejercicio de $X_2=27$, por lo que resulta.

		$S_T \leq 27$		$27 < S_T < 37$			$37 \leq S_T$	
Opción Larga	X	FD	FD	FD	FD	FD	ED	DD
	S	-37	-37	-37	-37	-37	-37	-37
	C ₁	17	27	30	32	35	37	47
		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
	Resultado	-2	-2	-2	-2	-2	-2	8
Opción Corta	X	FD	ED	DD	DD	DD	DD	DD
	S	27	27	27	27	27	27	27
	C ₂	-17	-27	-30	-32	-35	-37	-47
		3	3	3	3	3	3	3
	Resultado	3	3	0	-2	-5	-7	-17
Total	1	1	-2	-4	-7	-9	-9	

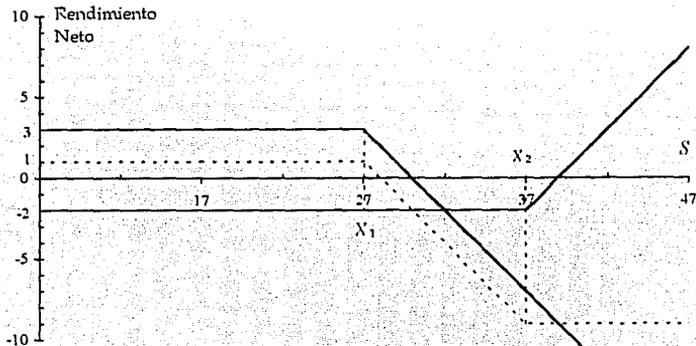
NOTA: Denotamos DD=Dentro-del-Dinero, ED=En-el-Dinero y FD=Fuera-del-Dinero.

Cuatro 2-9. Tabla de pagos y cobros de una estrategia Diferencial Bajista.

La actual estrategia puede ser empleada como una alternativa a la compra de un título opcional de venta cuando un inversionista prevé una tendencia a la baja del mercado.

Esta posición proporcionará una ganancia en un mercado con tendencia negativa y, comparándola con la adquisición de un título de venta, implicará un menor riesgo de pérdida, no obstante a cambio de limitar la ganancia potencial.

Por lo tanto, el diferencial bajista es recomendado para aquellos inversionistas que esperan una caída, no muy pronunciada, en las cotizaciones de algún bien de referencia.



Gráfica 2-13. Diferencial Bajista

Diferencial Mariposa (Butterfly Spread)

El *diferencial mariposa* es una posición neutral que combina un diferencial alcista (*bull*) y uno bajista (*bear*).

Ésta implica tomar posiciones en títulos opcionales con tres diferentes precios de ejercicio, y suele ser utilizada por inversionistas que creen que el precio de la acción no se moverá mucho de su precio de ejercicio.

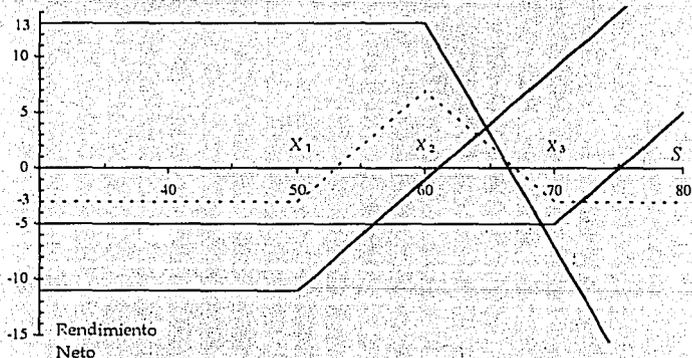
Su posición puede conformarse comprando un título opcional de compra con un precio de ejercicio relativamente bajo X_1 , otro con un precio de ejercicio relativamente más alto X_3 y, por último, vendiendo dos títulos opcionales de compra con un precio de ejercicio igual a X_2 , el cual por lo regular, deberá ubicarse entre los dos anteriores y muy cercano al precio del bien subyacente.

En el siguiente cuadro se muestra un ejemplo numérico con las siguientes características: para el primer título opcional, el precio de ejercicio es igual a 50 (X_1) con una prima de 12 (C_1); el siguiente, con $X_3=70$ y $C_3=3$; y, en lo que respecta a los títulos opcionales que vendemos, ambos tienen un precio de ejercicio $X_2=60$ y primas de $C_2=6$; siendo el precio de la acción de $S=61$.

Opción Larga	X	FD	FD	ED	DD	DD	DD	DD	DD
	S	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50
	C ₁	40	45	50	55	60	65	70	75
	Resultado	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11
		-11	-11	-11	-6	-1	4	9	14
2 Opción Corta	X	FD	FD	FD	FD	ED	DD	DD	DD
	S	120	120	120	120	120	120	120	120
	C ₂	-80	-90	-100	-110	-120	-130	-140	-150
	Resultado	13	13	13	13	13	13	13	13
		13	13	13	13	13	3	-7	-17
Opción Larga	X	FD	FD	FD	FD	FD	FD	ED	DD
	S	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70
	C ₃	40	45	50	55	60	65	70	75
	Resultado	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
		-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	0
Total		-3	-3	-3	2	7	2	-3	-3

NOTA: Denotamos DD=Dentro-del-Dinero, ED=En-el-Dinero y FD=Fuera-del-Dinero.

Cuadro 2-10. Tabla de pagos y cobros de una estrategia Diferencial Mariposa.

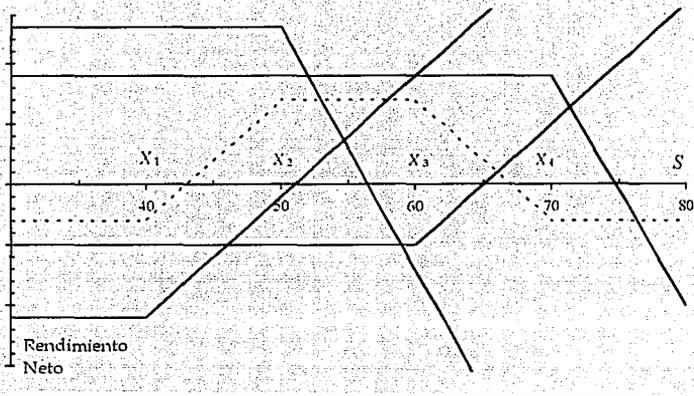


Gráfica 2-14. Diferencial Mariposa

Tal como se muestra, el *diferencial mariposa* sólo genera ganancia cuando el precio de la acción permanece próximo al precio de ejercicio de las opciones que emitimos, asimismo la posible pérdida es relativamente pequeña y se encuentra limitada. Lo cual hace de la presente una

estrategia atractiva, dado que con una pequeña inversión se pueden lograr grandes beneficios con cualquier tendencia ligera en el precio de la acción.

Una estrategia muy similar al *diferencial mariposa* es la *diferencial cóndor*, la cual únicamente difiere de la primera en que necesita, con el mismo número de títulos opcionales que compramos y emitimos, cuatro precios de ejercicio diferentes en lugar de tres. El *diferencial cóndor* tiene el mismo perfil de pérdidas y ganancias, pero sacrifica utilidades en el afán por permitir una mayor variación del precio del bien subyacente, es decir, la posición obtendrá beneficios mientras el precio de la acción se encuentre dentro de un cierto intervalo. La gráfica del diferencial cóndor se muestra a continuación.



Gráfica 2-15. Diferencial Cóndor

2.5 Marco Normativo Mexicano

Al igual que todos los instrumentos financieros sujetos a oferta pública e intermediación en el Mercado de Valores Mexicano, los Títulos Opcionales listados en Bolsa se emiten y operan de acuerdo a las disposiciones contenidas en la Ley del Mercado de Valores y, complementariamente, con la Ley de Títulos y Operaciones de Crédito.

Conforme a la Ley del Mercado de Valores, corresponde a la Comisión Nacional de Valores formular las normas regulatorias de carácter general respecto a la emisión, operación, supervisión y cumplimiento de los requisitos y obligaciones de cualquier tipo de instrumento negociado en Bolsa y en este sentido, particularmente de los Títulos Opcionales (Warrants).

Disposiciones de la Comisión Nacional de Valores

El 21 de julio de 1992, la Junta de Gobierno de la CNV expidió las "Disposiciones de carácter general aplicables a los documentos denominados Títulos Opcionales (Warrants)", a

través de la Circular 10-157, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 3 de septiembre de 1992.

Esta ordenanza fue complementada por las Circulares 10-157-BIS y 10-157-BIS1 y, en términos generales, formaliza el marco legal bajo el cual se emiten, enlistan y comercian los Títulos Opcionales en el Mercado de Valores Mexicano.

Básicamente dicha reglamentación cubre los apartados siguientes¹¹:

- *Disposiciones Preliminares.* Definición, modalidades y características principales que permiten su operación, así como las figuras que participan en la misma.
- *De la Emisión de los Títulos Opcionales.* Toca los aspectos relacionados con la información mínima que deberá contener toda acta de emisión.
- *Del Registro y Colocación de los Títulos Opcionales.* Refiere a la normatividad en relación a los requerimientos para su inscripción y autorización en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios y en la BMV.
- *De las Coberturas.* El emisor del Warrant requiere mantener una protección que neutralice la exposición al riesgo del total de los títulos vigentes, y en este apartado se establecen las características de cada tipo de cobertura, según se trate el caso de emisores sobre sus propias acciones o agentes particulares, tales como Casas de Bolsa e Instituciones de Crédito.
- *Del Ejercicio y Liquidación de los Títulos Opcionales.* Fundamentalmente refiere los procedimientos en que actúan el agente emisor, el tenedor y su agente si lo tuviere, la BMV y la S.D. Indeval al momento del ejercicio y liquidación de estos instrumentos, señalando los periodos o fechas previstos para ello, así como los importes de transferencia.
- *De los Efectos de los Valores de Referencia sobre los Títulos Opcionales.* Establece que estos títulos no confieren a sus tenedores derechos corporativos y cita los sucesos ante los que se debe prever en el acta de emisión, para los ajustes técnicos que procedan en el precio de ejercicio y en los valores de referencia.
- *De los Eventos Extraordinarios.* Se considera como evento extraordinario la suspensión de cotización en Bolsa por parte de las acciones de referencia, lo cual dará pie a la suspensión simultánea del Título Opcional. Esta sección de la Circular define el curso a seguir en caso del evento extraordinario y de su persistencia durante el plazo de vigencia.
- *De las Sanciones.* Establece la aplicación de correctivos en caso de infracciones a la Ley.
- *De la Suspensión de Cotización de los Valores Correlacionados.* Define los procedimientos consecuentes a la suspensión de cotización de dichos valores, cuando forman parte de la cobertura.

¹¹ No se detallarán las circulares en su forma y contenido original, puesto que sólo se redundaría con diversos aspectos ya planteados.

Otras Circulares

Adicionalmente se cuenta con circulares complementarias, entre las que podemos citar:

- 10-85 Régimen de Inversión y Capitalización para Casas de Bolsa.
- 10-128 Asignación de Operaciones.
- 10-139 Ventas en Corto.
- 10-142 Operaciones Internacionales.
- 10-152 Catálogo de Cuentas y Guía Contabilizadora.
- 10-155 Operación por Cuenta Propia.
- 10-158 Expresión Contable.

Reglamento Interior General de la Bolsa Mexicana de Valores

Las disposiciones para la operación de los Títulos Opcionales en el mercado accionario también están contenidas en el Reglamento Interior General de la Bolsa, en el título tercero “De las Operaciones Bursátiles”, capítulo segundo “De las Operaciones sujetas a reglas especiales”, sección décimo tercera “De las reglas especiales para operaciones con Títulos Opcionales”, artículo 148 BIS 69 a BIS 83. Estas presentan gran similitud a la Circular 10-157, describiendo, en ocasiones, de manera más precisa los términos, procedimientos y lineamientos a seguir.

Régimen Fiscal

En lo relativo a las ordenaciones fiscales para los efectos de las pérdidas y/o ganancias obtenidas mediante la inversión en Títulos Opcionales, tal como lo estipuló la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, son similares al régimen aplicable a las ganancias y pérdidas de capital producto de la compraventa de acciones en Bolsa. En términos generales esto significa que para las personas morales participantes, ya sea en calidad de emisoras o tenedoras, los rendimientos son acumulables y las pérdidas deducibles. Por su parte, las ganancias de las personas físicas están exentas y sus pérdidas no son deducibles.

Para finalizar, cabe agregar que a los tenedores que, siendo personas morales residan en el extranjero, se les realizará una retención definitiva de 15% sobre las ganancias obtenidas.



CAPÍTULO III.

EN BUSCA DE UN MODELO EFICIENTE DE VALUACIÓN: BLACK & SCHOLES VS. SRCEV

Una vez que se han descrito ampliamente las características de los títulos opcionales, orientaremos el estudio hacia su teoría de valuación. Tal como se menciona anteriormente, estos instrumentos tienen una prima, es decir, los títulos opcionales ofrecen al inversionista una cierta condición de cobertura a cambio de una cantidad pagada al individuo o entidad que está dispuesto a asumir el riesgo. Una fórmula que vino a revolucionar la forma en que es calculada dicha prima es la que se conoce como el modelo Black & Scholes. En México, el uso de dicho modelo para los fines mencionados se ha generalizado, dada su accesibilidad y aproximación que presenta. Sin embargo, tiempo después de la publicación del modelo, investigaciones extranjeras han venido revelando diversos detalles y controversias alrededor de su funcionamiento.

De ahí, que el modelo Black & Scholes o alguna de sus modificaciones corran el riesgo de ya no ser muy aplicables a nuestro mercado, lo cual vendría a determinar efectos adversos a los participantes del mercado y al mismo mercado. Ante ello, se introduce un modelo alternativo con la hipótesis de que se desempeña de manera más eficiente que el modelo Black & Scholes en la estimación de las primas. Dicho modelo fue construido por Cox y Ross, como un caso especial de su fórmula generalizada de la Elasticidad Constante de la Varianza. Así, se partirá del establecimiento de ambos modelos, mismos que serán analizados para elegir aquél que sea más consistente con los precios del mercado nacional.

En la primera parte de este capítulo expondremos el modelo Black & Scholes, analizado desde sus bases, la forma en que se deben obtener los valores para cada una de las variables que lo conforman y su desarrollo. Asimismo, se describirá el efecto de cada una de las variables implícitas en la fórmula y daremos un breve espacio para mencionar los principales problemas observados en el modelo. En la segunda parte, será abordado el modelo alternativo de valuación denotado por las siglas SRCEV, delimitando su funcionamiento y la influencia de las variables.

3.1 Modelo de Valuación Black & Scholes

El año de 1973 fue uno de los más importantes en la historia de las opciones. En este año, las opciones sobre acciones bursátiles se negociaron por primera vez de manera organizada en una bolsa, con la creación de la Bolsa de Opciones de Chicago (*Chicago Board Options Exchange*), CBOE, volviéndose la primera institución que facilitaría la negociación de opciones sobre acciones en bolsa.

También en ese año, dos profesores de finanzas, Fisher Black de la Universidad de Chicago y Myron Scholes del Instituto Tecnológico de Massachusetts, publicaron un artículo trascendental en la revista especializada *Journal of Political Economy*, donde presentaban una fórmula para la valuación de opciones. El nombre del artículo fue "*The Pricing of Options and Corporate Liabilities*"¹. En la actualidad dicha ecuación es llamada y conocida como el "Modelo de Valuación de Opciones Black & Scholes", que representa una de las innovaciones más significativas para la valuación de productos financieros.

A partir de este suceso se ha generado una larga lista de investigaciones, las cuales prueban y en ocasiones procuran mejorar el modelo.

3.1.1 Planteamiento del Modelo

3.1.1.1 Supuestos

El modelo Black & Scholes se basa en supuestos demasiados restrictivos, los cuales serán abordados con mayor amplitud en secciones posteriores, tales como el asumir que el bien subyacente no pagará dividendos durante la vida de la acción, que la opción no puede ser ejercida antes de la fecha de vencimiento, además de que considera una variación de los rendimientos (precios) y una tasa de interés constantes, siendo esta última libre de riesgo.

En su artículo, Black y Scholes manejan la idea de una posición de cobertura libre de riesgo; consistente de una posición en un producto derivado y una posición en un bien subyacente (corta y larga, respectivamente), sin ningún tipo de oportunidades de arbitraje, permaneciendo sin riesgo por un periodo de tiempo muy corto; el rendimiento de la posición de cobertura deberá ser la tasa de interés libre de riesgo, r .

La razón de por la que se puede conformar una posición libre de riesgo es que el precio de la acción y el precio de la opción son ambos afectados por la misma fuente subyacente de incertidumbre, es decir, los movimientos del precio de la acción. Cuando se crea una posición apropiada de una acción y de una opción, las ganancias o las pérdidas de la posición de la acción siempre son neutralizadas por las pérdidas o las ganancias de la posición de la opción.

¹ Black, F. y M. Scholes (1973), "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", en *Journal of Political Economy*, 81, pp. 637-659.

Ahora bien, cuando Black y Scholes derivaron su modelo de valuación de opciones, supusieron las siguientes “condiciones ideales” para el mercado accionario y para el respectivo de opciones:

- a) La tasa de interés a corto plazo es conocida y es constante durante el tiempo.
- b) El precio del bien subyacente sigue una tendencia aleatoria, cuyos rendimientos instantáneos se distribuyen logarítmicamente, con una varianza constante.
- c) El bien subyacente no paga dividendos durante la vida de la opción.
- d) La opción es europea, o sea que solamente puede ser ejercida hasta la fecha del vencimiento.
- e) No hay costos de transacción o impuestos en la compra o venta de las acciones o de las opciones. Asimismo se supone la no existencia de oportunidades de arbitraje.
- f) Es posible prestar o pedir prestado alguna fracción del precio de una acción para comprarla o tenerla, a la tasa de interés libre de riesgo.
- g) Es permitido, sin ningún tipo de sanción, la venta en corto de valores.

Bajo estos supuestos, el valor de opción dependerá únicamente del precio de la acción, del tiempo y del valor de las variables que han sido consideradas como constantes. Así, es posible crear una posición de cobertura, en donde el inversionista desea ser inmune al riesgo.

3.1.1.2 La Fórmula Black & Scholes

Las fórmulas desarrolladas por Black y Scholes para las opciones europeas de tipo compra y venta, son:

$$C = S N(d_1) - X e^{-r(T-t)} N(d_2)$$

$$P = X e^{-r(T-t)} N(-d_2) - S N(-d_1)$$

donde

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

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

- C Precio de una opción de compra.
- P Precio de una opción de venta.
- S Precio del bien subyacente, *i.e.*, de la acción sobre la que se contrata la opción.
- X Precio de ejercicio.
- r Tasa de interés libre de riesgo.
- $T-t$ Tiempo al vencimiento
- σ Volatilidad del precio del bien subyacente.
- $N(\cdot)$ Función acumulativa de probabilidad para una variable normal estandarizada.

En la práctica cotidiana las variables tales como el precio del bien subyacente, el precio de ejercicio, y el tiempo que falta para el vencimiento son fácilmente observables, es decir, en la mayoría de las ocasiones éstas forman parte de la información disponible del mercado. No obstante, en lo que respecta a la volatilidad y a la tasa de interés es necesario establecer un procedimiento para su cálculo. La forma de determinar cada una de estas variables será expuesto en nuestro siguiente apartado.

Ahora, consideraremos que todas las variables necesarias han sido obtenidas: con el objeto de ejemplificar el uso del modelo de valuación Black & Scholes.

Consideremos una acción con un precio igual a \$22, una opción con precio de ejercicio de \$20 y un tiempo para el vencimiento de 6 meses, asimismo la tasa de interés anual libre de riesgo es del 10% y se sabe que la volatilidad de la acción es del 30% anual.

Esto implica que $S=22$, $X=20$, $r=0.1$, $\sigma=0.3$ y $T-t=0.5$. Donde para una opción de compra europea tenemos que,

$$C = S N(d_1) - X e^{-r(T-t)} N(d_2)$$

y sustituidas cada una de las variables para obtener los términos,

$$\begin{aligned} d_1 &= \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \\ &= \frac{\ln(22/20) + (0.1 + (0.3)^2/2)(0.5)}{0.3\sqrt{0.5}} \\ &= \frac{\ln 1.10 + (0.145)(0.5)}{0.21} \\ &= 0.7908 \end{aligned}$$

$$d_2 = \frac{\ln(S/X) + (r - \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$= \frac{0.0953 + (0.055)(0.5)}{0.3(0.707)}$$

$$= 0.5781$$

$$Xe^{-r(T-t)} = 20 e^{-0.1(0.5)} = 20 e^{-0.05} = 19.024$$

donde

$$N(0.7908) = 0.7855$$

$$N(0.5781) = 0.7184$$

por lo tanto

$$C = 22(0.7855) - 19.024(0.7184) = 3.617$$

esto implica que para una opción de compra de tipo europea su prima o precio va a ser de \$3.61. Si un inversionista posee esta opción y el bien subyacente iguala o supera el precio de ejercicio, este inversionista tendrá el derecho más no la obligación de ejercer la opción.

Para el caso de la opción de venta, manejamos los mismos resultados obtenidos y tenemos,

$$N(-0.7908) = 0.2145$$

$$N(-0.5781) = 0.2816$$

con

$$P = 19.024(0.2816) - 22(0.2145) = 0.636$$

en donde el precio para una opción de venta de tipo europea es de \$0.63. Al igual que en el caso de la opción de compra, si algún inversionista posee esta opción y el precio de ejercicio iguala o supera al precio del bien subyacente, este inversionista estará obligado a vender el mismo.

El precio de la acción deberá incrementarse en \$1.617 para que el comprador logre el punto de equilibrio² de la opción de compra. De la misma forma, el precio de la acción deberá disminuir en \$1.364 para que el comprador logre el punto de equilibrio de la opción de venta.

Para simplificar el cálculo de d_2 , podemos simplemente tomar el valor de d_1 y restarle el término por el que es dividido, esto es,

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

puesto que

$$d_2 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} - \sigma\sqrt{T-t}$$

$$= \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)(T-t) - \sigma^2(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

² El Punto de equilibrio se refiere a las condiciones bajo las cuales el comprador de la acción no pierde ni gana. Esto está relacionado con $C = \text{Máx}\{S-X, 0\}$ y $P = \text{Máx}\{X-S, 0\}$.

$$= \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2 - \sigma^2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$= \frac{\ln(S/X) + (r - \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} = d_2$$

3.1.1.3 Determinación de las Variables del Modelo

Como cualquier otro bien, las opciones se compran y se venden por un precio o una prima, la cual está sujeta a información elemental del mercado que puede llegar a tener relación con la misma. Basándonos en el cálculo del valor de una opción de tipo compra, mostraremos la forma en la que los datos básicos para el modelo Black & Scholes son obtenidos.

Para utilizar las fórmulas del modelo es necesario conocer el valor de las cinco variables elementales, las cuales son el precio del bien subyacente S , el precio de ejercicio X , el tiempo al vencimiento $T-t$, la volatilidad σ y la tasa de interés libre de riesgo r , que son los datos que necesitamos conocer para determinar el precio de una opción, en cualquiera de sus dos tipos. Para lo cual nos será útil contar con los datos contenidos en el siguiente cuadro, el cual contiene información tal y como se muestra en *El Financiero*.

VIERNES 28 DE ENERO DE 1994

ANÁLISIS

MERCADO BURSÁTIL 15A

WARRANTS

PRODUCTOS DERIVADOS

Valor Suby.	Serie	Límite de Rend.	Precio de Ejercicio	Fecha de Vencim.	Prima de Emisión	Precio del Bien Suby.	Valor Intrínseco	Precio Últ. del WA
1.	2.	3 (%)	4.	5.	6.	7.	8.	9.
APA403A	DC 301	0.00	14.45	23/sep/94	3.613	33	18.55	17

2. Tipo de Warrant (D: Efectivo; C: Compra)

3. Límite de Rend. El precio de mercado del bien subyacente no sobrepasará ese porcentaje del precio de ejercicio.

7. Precio del Bien Subyacente. Último hecho al que se cotiza la acción.

8. Valor Intrínseco. La diferencia entre el precio de mercado del bien subyacente y el precio de ejercicio.

9. Precio Último del Warrant. Último hecho al que se cotiza el título opcional.

En base a la información acopiada semanalmente de la fuente mencionada podemos construir una tabla de precios históricos como la que se muestra a continuación:

Opción: APA403A (Serie DC301)	Tipo/Derecho: E / COMPRA
Fecha actual: 01/abr/94	Fecha de vencimiento: 23/sep/94
Precio de Ejercicio: 14.45	Precio actual del Bien Subyacente: 26.70

Precios de cierre semanales sobre el instrumento APASCO A.
Observaciones realizadas para 14 semanas.

31/dic/93	32.30	04/feb/94	33.60	11/mar/94	28.40
07/ene/94	34.00	11/feb/94	32.80	18/mar/94	26.30
14/ene/94	31.90	18/feb/94	31.80	25/mar/94	29.00
21/ene/94	34.45	25/feb/94	29.50	01/abr/94	26.70
28/ene/94	33.00	04/mar/94	29.50		

Tabla 3-1. Datos básicos requeridos para obtener el precio de un título opcional a través del modelo Black & Scholes.

Ahora bien, con los datos presentados establecemos los pasos a seguir para trabajar con el modelo Black & Scholes.

Primero. - Observando los datos de la tabla podemos apreciar sin ninguna dificultad, que el precio de la acción es de \$26.70 donde tendríamos una $S=26.7$ y que el precio de ejercicio de la opción es de \$14.45, esto es $X=14.45$.

Segundo. - Para determinar el tiempo para el vencimiento $T-t$ simplemente es necesario contar los días del calendario entre la fecha del día de hoy y la fecha de expiración ó vencimiento, donde T es la fecha de vencimiento y t es la fecha del día de la valuación. Luego dividimos esta cantidad por 360, para convertirlo a términos anuales. Para este caso tenemos 172 días del 1/abr/1994 al 23/sep/1994 y calculamos $T-t$.

$$t = 1/abril/1994$$

$$T = 23/septiembre/1994$$

esto implica,

$$T - t = 172$$

por tanto,

$$(T - t) / 360 = 172 / 360 = 0.48 \text{ años}$$

De esta manera este resultado es el que será sustituido en la fórmula.

Tercero. - Respecto a la obtención de la tasa de interés libre de riesgo r , nos ocuparemos primero del marco internacional, donde cabe la pena mencionar que no hay una concepción única de la misma. No obstante que ésta requiere, al igual que la volatilidad ser estimada, ya que no es directamente observable como las otras variables.

Ha sido demostrado en investigaciones previas (ver Plato (1985) y Beckers (1981)), que dicho pronóstico tiene muy poco impacto sobre el precio de la opción en comparación con las demás variables del modelo Black & Scholes, dada la poca sensibilidad del modelo a éste parámetro. Es así, como la mayoría de los investigadores de la valuación de opciones consideran

a la tasa de interés libre de riesgo como el rendimiento al vencimiento de títulos emitidos por el gobierno.

Por ejemplo³, Merton (1972) y Fisher (1978) toman en cuenta la tasa de rendimiento al vencimiento de bonos cuya fecha de expiración sea la más cercana a la del título opcional; Black y Scholes (1972) consideraron la tasa de papel comercial a 6 meses aplicándola como tasa instantánea compuesta; por su parte, Noreen y Wolfson (1981) toman el logaritmo natural de 1 más el rendimiento de un pagaré de la tesorería estadounidense (*Treasury Note*) con una expiración similar a la opción y, finalmente, Rubinstein (1985) así como Canina y Figlewski (1993), incluyen un promedio de las tasas de préstamo e inversión a las que tienen acceso los operadores.

En virtud de lo anterior, en este estudio se aplicará al contexto mexicano el concepto de tasa de interés libre de riesgo, como la tasa de los Certificados de la Tesorería (mejor conocidos como *CETES*) considerada en forma continua, con el vencimiento más cercano a la fecha de expiración de la opción. Para este caso, tomaremos el valor de los *CETES* a 182 días para nuestra fecha de valuación (1/abril/94), para la cual le correspondería 1.97%.

Cuarto. - Por último, la variable más difícil de medir es la volatilidad, σ . Es difícil dado que la volatilidad que debiera ser considerada para el cálculo del precio de una opción, es la volatilidad que experimentarán los rendimientos de la acción hasta el vencimiento del derivado. Sin embargo, se ha consentido en estimar su valor mediante datos históricos, tal como lo explicaremos en este apartado y dejaremos para el siguiente capítulo las aclaraciones que convengan. Para ello nos auxiliaremos del contenido de la tabla 3-1.

Ahora, para obtener la volatilidad mencionada solamente es necesario aplicar conocimientos de estadística básica. A partir de lo cual sabemos que la media y la varianza están dadas por,

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n \ln \frac{S_i}{S_{t-1}}}{n}$$

$$\sigma^2 = \frac{k \sum_{i=1}^n \left(\ln \frac{S_i}{S_{t-1}} - \mu \right)^2}{n-1}$$

donde S está definido como antes, n es el número de precios en la serie y k es el número de intervalos observados en el año. Para el caso del ejemplo que se expone, $k = 52$ pues los datos utilizados son datos semanales, tal como se observa en la tabla 3-1.

³ La mayoría de los investigadores consideran la tasa de los Treasury Bills (Certificados de la Tesorería Americana) con el vencimiento más cercano al de la opción.

De esta forma, la volatilidad anual estará dada por la desviación estándar, es decir,

$$\sigma = \sqrt{\frac{k \sum_{i=1}^n \left(\ln \frac{S_i}{S_{i-1}} - \mu \right)^2}{n-1}}$$

De la información de la tabla 3-1 encontramos que $\mu = -0.0146$, $\sigma^2 = 18.59\%$ y $\sigma = 43.11\%$.

Con estos datos realizamos los cálculos en el modelo, a través de la sustitución de los valores obtenidos en los pasos descritos. Así que tenemos, un valor de \$13.08 para el título opcional de compra y \$0.02 para el de venta.

3.1.2 Desarrollo del Modelo Black & Scholes

Como se ha venido mencionando, F. Black y M. Scholes en su renombrado artículo lograron obtener una fórmula para valuar los precios de opciones de tipo compra y venta europeas. Estas fórmulas ya han sido presentadas, sin embargo las exponemos una vez más para fines prácticos.

$$C = S N(d_1) - X e^{-r(T-t)} N(d_2)$$

$$P = X e^{-r(T-t)} N(-d_2) - S N(-d_1)$$

donde

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

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

Ahora bien, se asume que el precio de cualquier acción sigue el proceso denotado como,

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \quad (1)$$

en donde S es equivalente al precio de la acción, dS representa el cambio infinitesimal en el precio de la acción (recordemos que el bien subyacente no paga o recibe algún dividendo u otro tipo de flujos de efectivo), μ es el rendimiento esperado instantáneo sobre la acción, σ la varianza instantánea del rendimiento y dz es un proceso de Wiener generalizado. Este argumento sugiere que la acción tiene una tasa esperada de cambio y una tasa de varianza constantes. Además implica que si S es equivalente al precio de la acción, la tasa de cambio esperada en S es μS , para

algún parámetro constante μ . Así, en un intervalo corto de tiempo Δt , el incremento esperado en S es $\mu S \Delta t$. El parámetro μ , es la tasa de rendimiento esperado en la acción expresada en forma decimal.

Si la tasa de varianza del precio de la acción fuera igual a cero, este modelo sería igual a,

$$dS = \mu S dt$$

ó

$$\frac{dS}{S} = \mu dt$$

e integrando ambos lados de la ecuación tendríamos,

$$\int \frac{dS}{S} = \int \mu dt$$

$$\ln S = \mu t + k$$

$$\exp \ln S = \exp (\mu t + k)$$

lo que resultaría en,

$$S = e^{\mu t - k}$$

$$S = S_0 e^{\mu t} \dots \dots \dots (2)$$

con $S_0 = e^{-k}$ y donde S_0 es el precio de la acción al tiempo cero. La ecuación (2) muestra que, cuando la tasa de varianza es cero, el precio de la acción crece a una tasa instantánea de μ por unidad de tiempo.

En la práctica esto no ocurre, pues el precio de la acción sí exhibe volatilidad. Un supuesto razonable es que la varianza del porcentaje de rendimiento en un periodo corto de tiempo Δt , es la misma sin considerar al precio de la acción. En otras palabras, un inversionista desconoce su porcentaje de rendimiento tanto cuando el precio de la acción está en \$50, como cuando está en \$10. Si σ^2 es la tasa de varianza del cambio proporcional en el precio de la acción, entonces $\sigma^2 \Delta t$ es la varianza del cambio proporcional en el precio de la acción en el tiempo Δt y $\sigma^2 S^2 \Delta t$ será la varianza del cambio real en el precio de la acción S , durante Δt . La tasa de varianza instantánea de S es por tanto $\sigma^2 S^2$. Esto puede ser escrito como

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz$$

que es la ecuación (1), o puede ser reescrita como,

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz$$

Esta ecuación es la que se emplea frecuentemente para describir el comportamiento del precio de una acción, donde la variable σ es usualmente referida como la volatilidad del precio de la acción. Esta fórmula también es vinculada al movimiento Browniano, también conocido como proceso de Wiener. Un proceso de Wiener es un tipo particular de proceso estocástico Markoviano que a su vez es un tipo particular de proceso estocástico.

Un proceso estocástico se refiere a un sistema que se desarrolla en el tiempo mientras que pasa por fluctuaciones al azar. La palabra estocástico es sinónimo de aleatoriedad y es utilizada generalmente cuando se ha introducido un parámetro de tiempo. Se puede describir un sistema de la siguiente manera, definiendo una familia de variables aleatorias $\{X_t\}$, donde X_t mide en el instante t , un aspecto del sistema bajo consideración. Los valores que puede tomar X_t son llamados sus *estados* y los cambios en el valor de X_t reciben el nombre de *transiciones* entre sus estados. Los modelos estocásticos son aplicables a cualquier sistema que comprenda variabilidad al azar con el transcurso del tiempo, donde el instante t es un punto en el espacio T , el cual es llamado *espacio parametral* y donde para cada $\{X_t, t \in T\}$, X_t es un punto en un espacio S , llamado *espacio de estados*.

Según los valores que pueda tomar la variable, el proceso estocástico puede clasificarse como de *variable discreta* o de *variable continua*. De modo análogo podemos encontrar procesos estocásticos de *tiempo continuo* o de *tiempo discreto*. Este último se diferencia del primero en que la variable no cambia constantemente de valor, sino solo lo hace en momentos determinados. Tal como lo hemos mencionado, resulta convencional suponer que el proceso estocástico seguido por los activos financieros, particularmente por las acciones, es un proceso de variable continua y tiempo continuo.

El proceso estocástico Markoviano es una clase de procesos estocásticos, en el que dado el estado actual, ningún dato adicional relativo a los estados del sistema en el pasado puede alterar la probabilidad condicional del estado en un tiempo futuro. Simplificando, únicamente el valor actual de una variable es relevante para pronosticar el futuro: la historia de la variable y la manera en la cual el valor presente ha surgido del pasado es irrelevante.

Por ejemplo, se asume que los precios de las acciones siguen un proceso de Markov, sobre la base de que toda la información que afecta su precio está contenida en su valor actual. Supóngase que el precio de una acción de VITRO es de \$38.00 el día de hoy; si el precio sigue un proceso de Markov nuestras predicciones no serán afectadas por el precio de hace una semana, de hace un mes o de hace un año. La única pieza relevante de información es el hecho que el precio actual de la acción es ahora de \$38.00. Las predicciones para el futuro son inciertas y deberán ser expresadas en términos de distribución de probabilidad. La propiedad de Markov implica que la distribución de probabilidad del precio en algún tiempo particular en el futuro depende únicamente del precio actual de la acción, para este caso de \$38.00. Podríamos utilizar el pasado para obtener información de naturaleza estadística, como por ejemplo la desviación estándar, pero el camino exacto seguido por los precios hasta el presente no importa.

La propiedad de Markov de los precios de las acciones es consistente con la forma débil de la Eficiencia del Mercado, al establecer que el precio presente de una acción contiene toda la información de los precios pasados de la acción; lo cual será abordado con más detalle en el capítulo 4.

Por otra parte, considerando el comportamiento de una variable z , la cual sigue un proceso de Wiener, podemos entender el movimiento Browniano considerando los cambios en su

valor en intervalos de tiempo pequeños. Siendo z_t el desplazamiento al tiempo t de una partícula Browniana, y dado un intervalo pequeño de tiempo de tamaño Δt , definimos a Δz como el cambio en z durante Δt . Se tienen dos características básicas que deberá tener Δz para que z siga un proceso de Wiener:

Característica 1.

Δz está relacionado con Δt por la ecuación,

$$\Delta z = \varepsilon \sqrt{\Delta t}$$

donde ε es una variable aleatoria que sigue una distribución normal estandarizada (i.e. una distribución normal con media 0 y desviación estándar de 1), es decir, donde cada incremento de z , Δz , por sí mismo está distribuido normalmente con,

$$\mu_{\Delta z} = 0$$

$$\sigma_{\Delta z}^2 = \Delta t$$

$$\sigma_{\Delta z} = \sqrt{\Delta t}$$

Característica 2.

Los valores de Δz para dos intervalos cortos diferentes de tiempo $[t_1, t_2]$, $[t_3, t_4]$, tal que $t_1 < t_2 \leq t_3 < t_4$ y los incrementos $X(t_4) - X(t_3)$ y $X(t_2) - X(t_1)$ son independientes.

Esta última característica considera que z sigue un proceso Markoviano.

A continuación consideremos el incremento en el valor z durante un periodo relativamente largo de tiempo el cual está dado por T . Denotaremos esto por $z(T) - z(0)$. Esto puede ser considerado como la suma de los incrementos en z en N intervalos de tiempo pequeños de tamaño Δt , donde,

$$N = T / \Delta t$$

Así,

$$z(T) - z(0) = \sum_{i=1}^N \varepsilon_i \sqrt{\Delta t}$$

donde las ε_i ($i = 1, 2, \dots, N$) son variables aleatorias que siguen una distribución normal estandarizada. Considerando la segunda característica, antes mencionada, las ε_i 's son independientes entre sí y $z(T) - z(0)$ está distribuido normalmente con,

$$\mu[z(T) - z(0)] = 0$$

$$\sigma^2[z(T) - z(0)] = N \Delta t = T$$

$$\sigma[z(T) - z(0)] = \sqrt{T}$$

De esta forma, para un intervalo de tiempo de longitud T , el incremento en el valor de una variable que sigue un proceso de Wiener, se distribuye normalmente con media cero y desviación estándar \sqrt{T} . Es así, como se explica el hecho que Δz se define como el producto de ε y $\sqrt{\Delta t}$, en lugar de ε por Δt ; pues se sabe que las varianzas son aditivas para distribuciones normales independientes, a diferencia de las desviaciones estándares que no lo son. En otras palabras, la incertidumbre acerca del valor de una variable en un determinado momento futuro, medida por su desviación estándar, se incrementa en la raíz cuadrada de qué tan lejos se encuentra dicho momento.

El proceso de Wiener básico que ha sido desarrollado hasta este momento tiene una tasa de cambio de cero y una tasa de varianza de uno. Con la tasa de cambio de cero se entiende que el valor esperado de z en algún tiempo futuro es igual a su valor actual. La tasa de varianza de uno significa que el cambio en z , en un intervalo de tiempo de tamaño T , es $(T)(1)$.

De ahí, que un proceso de Wiener Generalizado para una variable x pueda ser definido en términos de dz , de la manera siguiente

$$dx = a dt + b dz \quad \dots\dots\dots (3)$$

donde a y b son constantes.

Para entender la ecuación (3) es útil considerar los dos términos del lado derecho de la ecuación separadamente. Volviendo un poco a lo considerado al principio de este apartado, el término adt implica que x tiene una tasa de cambio esperada de a por unidad de tiempo. Si consideramos la ecuación (3) sin su término $b dz$, la ecuación queda como,

$$dx = a dt \quad \dots\dots\dots (4)$$

lo cual implica que,

$$\frac{dx}{dt} = a \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\int dx = \int a dt$$

$$x = a \int dt$$

$$x = at + x_0$$

donde x_0 es el valor de x en el tiempo cero.

El término $b dz$ puede ser considerado como una parte que añade variabilidad al camino seguido por x . El valor de esta variabilidad es b veces un proceso de Wiener. En un intervalo pequeño de tiempo Δt , el cambio en el valor de x , Δx , está dado a partir de las ecuaciones (3) y la característica 1 del proceso de Wiener,

$$\Delta x = a\Delta t + b\varepsilon\sqrt{\Delta t}$$

donde, como antes, ε es una variable aleatoria de una distribución normal estandarizada. Así Δx tiene una distribución normal con,

$$\begin{aligned}\mu_{\Delta x} &= a\Delta t \\ \sigma_{\Delta x}^2 &= b^2\Delta t \\ \sigma_{\Delta x} &= b\sqrt{\Delta t}\end{aligned}$$

En base a lo anterior, el cambio en el valor de x en algún intervalo de tiempo T estará normalmente distribuido con,

$$\begin{aligned}\mu_{\Delta x} &= aT \\ \sigma_{\Delta x}^2 &= b^2T \\ \sigma_{\Delta x} &= b\sqrt{T}\end{aligned}$$

Así, el proceso generalizado de Wiener dado en la ecuación (3) tiene una tasa esperada de cambio de a (i.e. el promedio de cambio por unidad de tiempo) y una tasa de varianza de b^2 (i.e. la varianza por unidad de tiempo).

Otro tipo de proceso estocástico que nos ayudará a comprender mejor el desarrollo del modelo Black & Scholes es el conocido como *Proceso de Ito*. Este es un proceso generalizado de Wiener donde los parámetros a y b son funciones del valor de la variable subyacente x y del tiempo t . El cual a partir de la ecuación (3) está definido como,

$$dx = a(x, t) dt + b(x, t) dz \quad \dots\dots\dots (6)$$

La tasa esperada de cambio y la tasa de varianza del proceso de Ito están sujetas al cambio durante el tiempo, donde dz es un proceso de Wiener y, a y b son funciones de x y t . La variable x tiene una tasa de cambio $a(x, t)$ y una varianza de $b^2(x, t)$.

El precio de una opción sobre una acción es una función del precio del bien subyacente y del tiempo, $C=C(s, t)$. Generalizando, podemos decir que el precio de cualquier producto derivado es una función de las variables estocásticas subyacentes al producto derivado y del tiempo. El Proceso de Ito es llamado así en honor del matemático K. Ito; asimismo, en 1951 él mismo desarrolló otro importante resultado en esta área, el conocido como *Lema de Ito*. Este muestra que una función G , de x y t sigue el proceso,

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial x} a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} b^2 \right) dt + \frac{\partial G}{\partial x} b dz \quad \dots\dots\dots (7)$$

donde el dz es el mismo proceso de Wiener de la ecuación (6). Así G también sigue un proceso de Ito, con

tasa de cambio $\frac{\partial G}{\partial x} a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} b^2$

y

tasa de varianza

$$\left(\frac{\partial G}{\partial x}\right)^2 b^2$$

En este sentido, recordemos la ecuación (1)

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz$$

donde si μ y σ eran constantes, se presentaba un modelo razonable de los movimientos en el precio de la acción. Y, a partir del Lema de Ito, tenemos que el proceso seguido por una función G de S y t estará dado por:

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial S} \mu S + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) dt + \frac{\partial G}{\partial S} \sigma S dz \quad \dots\dots\dots (8)$$

aquí podemos notar que S y G son afectadas por la misma fuente de variabilidad, dz .

Ahora, supongamos que f es el precio de un producto derivado sobre S . La variable f es, por tanto, una función de S y t . De ahí que por la ecuación (8) tenemos,

$$df = \left(\frac{\partial f}{\partial S} \mu S + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) dt + \frac{\partial f}{\partial S} \sigma S dz \quad \dots\dots\dots (9)$$

Cabe agregar que la versión discreta de las ecuaciones (1) y (9) son respectivamente

$$\Delta S = \mu S \Delta t + \sigma S \Delta z \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$\Delta f = \left(\frac{\partial f}{\partial S} \mu S + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) \Delta t + \frac{\partial f}{\partial S} \sigma S \Delta z \quad \dots\dots\dots (11)$$

donde ΔS y Δf son los cambios en S y f en un intervalo de tiempo pequeño Δt . Hay que recordar del Lema de Ito que el proceso de Wiener de f y S es el mismo. En otras palabras, $\Delta z = \varepsilon \sqrt{\Delta t}$ en las ecuaciones (10) y (11) es el mismo.

Lo importante ahora es que si elegimos una posición adecuada de una cierta acción y un producto derivado, el proceso de Wiener puede ser eliminado.

Consideremos una cobertura apropiada conformada por una posición corta en un derivado $-f$, y una posición larga en $\frac{\partial f}{\partial S}$ acciones.

Definimos a P como el valor de la posición de cobertura, por lo que tenemos,

$$P = S \frac{\partial f}{\partial S} - f \quad \dots\dots\dots (12)$$

Y el cambio ΔP en el valor del portafolio dado Δt está dado por

$$\Delta P = \Delta S \frac{\partial f}{\partial S} - \Delta f \quad \dots\dots\dots (13)$$

sustituyendo las ecuaciones (10) y (11) resulta

$$\begin{aligned}
\Delta P &= \Delta S \frac{\partial f}{\partial S} - \Delta f \\
&= [\mu S \Delta t + \sigma S \Delta z] \frac{\partial f}{\partial S} - \left[\left(\frac{\partial f}{\partial S} \mu S + \frac{\partial f}{\partial a} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) \Delta t + \frac{\partial f}{\partial S} \sigma S \Delta z \right] \\
&= \frac{\partial f}{\partial S} \mu S \Delta t + \frac{\partial f}{\partial S} \sigma S \Delta z - \frac{\partial f}{\partial S} \mu S \Delta t - \frac{\partial f}{\partial a} \Delta t - \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \Delta t - \frac{\partial f}{\partial S} \sigma S \Delta z \\
&= -\frac{\partial f}{\partial a} \Delta t - \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \Delta t
\end{aligned}$$

$$\Delta P = -\left(\frac{\partial f}{\partial a} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) \Delta t \quad \dots\dots\dots (14)$$

De donde se puede apreciar que el proceso de Wiener Δz , se ha eliminado, por lo que la posición de cobertura P no experimentará riesgo durante el tiempo Δt .

Los supuestos mencionados en la sección pasada, significan que la posición de cobertura deberá ganar instantáneamente la misma tasa de rendimiento que cualquier otro valor libre de riesgo. Si ésta ganara más que este rendimiento, los especuladores podrían generar ganancias sin riesgo, vendiendo valores sin riesgo y usando las utilidades para comprar la posición de cobertura; y si ganara menos, podrían generar ganancias sin riesgo vendiendo la posición de cobertura y comprando valores libres de riesgo. A esto le sigue que,

$$\Delta P = rP \Delta t$$

donde r es la tasa de interés libre de riesgo.

Sustituyendo las ecuaciones (12) y (14) esto se vuelve

$$-\left(\frac{\partial f}{\partial a} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) \Delta t = r \left(-f + \frac{\partial f}{\partial S} S \right) \Delta t$$

$$-\frac{\partial f}{\partial a} - \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 = -rf + \frac{\partial f}{\partial S} S r$$

$$rf = \frac{\partial f}{\partial a} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 + \frac{\partial f}{\partial S} S r \quad \dots\dots\dots (15)$$

Esta ecuación es una expresión de la ecuación *Black & Scholes*. La cual puede tener muchas soluciones dependiendo de todos los productos derivados que puedan ser definidos con S como la variable subyacente. El producto derivado particular que es obtenido cuando la ecuación se resuelve depende de las condiciones límite que se utilicen. Éstas especifican los valores del

producto derivado para los límites de los valores posibles de S y t . En el caso de una opción de compra europea la principal condición límite es:

$$f = \text{Máx} (S - X, 0) \quad \text{cuando } t = T$$

Igualmente para el caso de una opción de venta europea es:

$$f = \text{Máx} (X - S, 0) \quad \text{cuando } t = T$$

Un punto que deberá ser enfatizado acerca de la posición de cobertura P en la derivación de la ecuación (15), es que no se encuentra permanentemente sin riesgo, sino únicamente para un período infinitesimal de tiempo. Como S y t cambian, $\partial f / \partial S$ también cambia, por lo que para mantener la posición sin riesgo, es necesario cambiar continuamente la proporción relativa del producto derivado y de la acción que conforman la posición.

La valuación de Riesgo Neutral es sin duda una de las más importantes herramientas para el análisis de los productos derivados. Esto surge de una de las principales propiedades de la ecuación Black & Scholes (15). Esta propiedad se observa en que la ecuación no envuelve variables que estén afectadas por las preferencias de riesgo de los inversionistas. Ya que las variables que aparecen en la ecuación son el precio actual de la acción, el tiempo, la volatilidad de la acción y la tasa de interés libre de riesgo, siendo todas independientes de las preferencias de riesgo.

La ecuación Black & Scholes no sería independiente de las preferencias de riesgo si considerará la tasa de rendimiento en la acción, μ . Esto se debe a que el valor de μ si depende de las preferencias de riesgo. A mayor nivel de aversión al riesgo por parte de los inversionistas, mayor será el valor de μ para una determinada acción. Por tal motivo, es una verdadera ventaja que μ haya desaparecido en la derivación de la ecuación.

El hecho de que la ecuación (15) sea independiente de las preferencias de riesgo permite utilizar el argumento de riesgo neutral. Si las preferencias de riesgo no entran en la ecuación, ellas no pueden afectar su solución. Entonces cualquier clase de preferencias de riesgo se puede emplear cuando evaluemos f . En particular se asume el simple supuesto de que todos los inversionistas se encuentran en riesgo neutral.

Una situación en donde todos los inversionistas están en riesgo neutral, implica que el rendimiento esperado sobre todo tipo de valores es la tasa de interés libre de riesgo r . Esto se debe a que los inversionistas de riesgo neutral no requieren de un premio para ser inducidos a correr riesgos. Por ende, el valor presente de cualquier flujo de efectivo en un mundo de riesgo neutral se puede obtener descontando su valor esperado a la tasa libre de riesgo. De este modo, el supuesto de riesgo neutral hace considerablemente simple el análisis de productos derivados. Si consideramos una opción europea cuyos pagos están en función del precio de la acción en el tiempo T , el valor esperado del producto derivado al tiempo T será calculado bajo el supuesto de que el rendimiento esperado de la acción es r en lugar de μ . Y este valor esperado se descontará entonces usando una tasa r .

En resumen, el Mundo de Riesgo Neutral se refiere a que el rendimiento esperado en la acción será la tasa de interés libre de riesgo.

Ahora volveremos al *Lema de Ito* para derivar el proceso seguido por el $\ln S$. De acuerdo al supuesto de logaritmiconormalidad de los precios tenemos lo siguiente. Sean G y S variables

aleatorias distribuidas normalmente y logaritmiconormalmente, respectivamente (para mayor detalle consultar el *Apéndice A*). Entonces,

$$S = e^G$$

$$G = \ln S$$

y derivando parcialmente

$$\frac{\partial G}{\partial S} = \frac{1}{S}$$

$$\frac{\partial^2 G}{\partial S^2} = -\frac{1}{S^2}$$

$$\frac{\partial G}{\partial t} = 0$$

sustituyendo estos valores en la ecuación (8) se tiene que,

$$dG = \left(\frac{1}{S} \mu S + 0 + \frac{1}{2} \left(-\frac{1}{S^2} \right) \sigma^2 S^2 \right) dt + \left(\frac{1}{S} \sigma S \right) dz$$

$$dG = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dz$$

donde μ y σ son constantes y esta ecuación indica que G sigue un proceso generalizado de Wiener. El cual tiene una tasa de cambio $\mu - \frac{\sigma^2}{2}$ constante y una tasa de varianza σ^2 también constante. A partir de lo argumentado acerca del proceso de Wiener, podemos decir que el cambio experimentado entre el momento actual t y un tiempo futuro T , se distribuye normalmente con:

Media	$\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) (T - t)$
Varianza	$\sigma^2 (T - t)$

Luego entonces, si el valor de G en t es $\ln S$; y en el momento T , es $\ln S_T$, -donde S es el precio de la acción en este momento (es decir, en t) y S_T es el precio de la acción en T , su incremento durante el intervalo $T-t$ es, por tanto, $\ln S_T - \ln S$. De ahí que,

$$\ln S_T - \ln S \sim N \left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) (T - t), \sigma \sqrt{T - t} \right] \dots \dots \dots (16)$$

Una variable tiene una distribución logaritmiconormal si el logaritmo natural de la variable se distribuye normalmente. Por leyes de logaritmos y para poder observar que el rendimiento acumulado continuamente hasta T (que no es otra cosa que $\ln \frac{S_T}{S}$), se distribuye

normalmente con la media y desviación estándar presentadas, la ecuación (10) puede reexpresarse de la siguiente manera:

$$\ln \frac{S_T}{S} \sim N \left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) (T-t), \sigma \sqrt{T-t} \right] \dots\dots\dots (17)$$

Siendo $\ln S$ el valor en t de la variable G . Ahora bien, por propiedades de la distribución normal, podemos representar la ecuación (17) como:

$$\ln S_T \sim N \left[\ln S + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) (T-t), \sigma \sqrt{T-t} \right] \dots\dots\dots (18)$$

Esto demuestra que S_T tiene una distribución logaritmiconormal. La desviación estándar del $\ln S_T$ es proporcional a $\sqrt{T-t}$, es decir, que la incertidumbre relacionada con el logaritmo del precio de la acción, medida por su desviación estándar, es proporcional a la raíz cuadrada de la amplitud de tiempo a considerar.

Ahora, retomemos el hecho que el valor esperado de una opción de compra europea bajo riesgo neutral y al vencimiento se puede expresar como.

$$E [\text{Máx} (S_T - X, 0)]$$

A partir de ello, su valor presente (descontado a la tasa libre de riesgo) será:

$$C = e^{-r(T-t)} E [\text{Máx} (S_T - X, 0)] \dots\dots\dots (19)$$

Bajo riesgo neutral sustituimos μ por r en la ecuación (18), de tal forma que.

$$\ln S_T \sim N \left[\ln S + \left(r - \frac{\sigma^2}{2} \right) (T-t), \sigma \sqrt{T-t} \right] \dots\dots\dots (20)$$

Si h es la función de densidad de probabilidad de S_T bajo las condiciones de la ecuación (20), entonces (19) puede reexpresarse como,

$$C = e^{-r(T-t)} \int_X^{\infty} (S_T - X) h(S_T) dS_T$$

Para considerar una distribución normal en lugar de una logaritmiconormal, hacemos $S_T = e^\alpha$, donde $\alpha = \ln S_T$. Luego, como $n(\ln S_T) = n(\alpha)$, donde n representa la función de densidad normal.

$$C = e^{-r(T-t)} \int_{\ln X}^{\infty} (e^\alpha - X) n(\alpha) d\alpha$$

$$C = e^{-r(T-t)} \int_{\ln.X}^{\infty} e^{\alpha} n(\alpha) d\alpha - X e^{-r(T-t)} \int_{\ln.X}^{\infty} n(\alpha) d\alpha \quad \dots\dots\dots (21)$$

Analicemos la ecuación (21) separadamente para cada uno de sus términos. Como,

$$n(\alpha) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi(T-t)}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\alpha-\mu(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}\right)^2}$$

entonces,

$$e^{-r(T-t)} \int_{\ln.X}^{\infty} e^{\alpha} n(\alpha) d\alpha = \int_{\ln.X}^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi(T-t)}} e^{\alpha-r(T-t)} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\alpha-\mu(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}\right)^2} d\alpha$$

Tomando los elementos del exponente y completando el cuadrado se tiene,

$$\begin{aligned} \alpha - r(T-t) - \frac{1}{2}\left(\frac{\alpha-\mu(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}\right)^2 &= \\ &= \frac{-2\sigma^2\alpha(T-t) + 2\sigma^2r(T-t)^2 + \alpha^2 - 2\alpha\mu(T-t) + \mu^2(T-t)^2}{-2\sigma^2(T-t)} \\ &= \frac{\alpha^2 - 2\alpha(T-t)(\sigma^2 + \mu) + (T-t)^2(2\sigma^2r + \mu^2)}{-2\sigma^2(T-t)} \\ &= \frac{(\alpha - (T-t)(\sigma^2 + \mu))^2 + (T-t)^2(2\sigma^2r + \mu^2) - (T-t)^2(\sigma^2 + \mu)^2}{-2\sigma^2(T-t)} \\ &= \frac{(\alpha - (T-t)(\sigma^2 + \mu))^2 + 2\sigma^2r(T-t)^2 - (T-t)^2\sigma^4 - 2(T-t)^2\sigma^2\mu}{-2\sigma^2(T-t)} \\ &= \frac{(\alpha - (T-t)(\sigma^2 + \mu))^2 + (T-t)^2\sigma^2[2(r - \mu) - \sigma^2]}{-2\sigma^2(T-t)} \end{aligned}$$

Con $\mu = r - \frac{\sigma^2}{2}$, se tiene que lo anterior es

$$= \frac{\left(\alpha - (T-t) \left(r + \frac{\sigma^2}{2} \right) \right)^2}{-2\sigma^2(T-t)}$$

Por lo tanto el primer término de la ecuación en cuestión se reduce a $S N(d_1)$. Y respecto al segundo elemento de dicha fórmula:

$$X e^{-r(T-t)} \int_{\ln X}^{\infty} n(\alpha) d\alpha = X e^{-r(T-t)} N(d_2)$$

Y combinando los resultados obtenidos, tenemos que,

$$C = S N(d_1) - X e^{-r(T-t)} N(d_2)$$

Del mismo modo, se puede calcular el precio de una opción de venta haciendo uso de la paridad compra/venta. Asimismo, en el caso que S pague dividendos continuos denotados por d , en lugar

de utilizar $\mu = r - \frac{\sigma^2}{2}$, se definirá $\mu = r - d - \frac{\sigma^2}{2}$.

3.1.3 Análisis de Estática Comparativa

Ahora consideraremos qué pasa con el modelo Black & Scholes cuando sus variables toman valores extremos.

Una manera de entender la fórmula es examinar qué sucede con los valores de la opción, así como con las variables S , X , t , σ y r de las cuales depende su valor. Para realizar esto, elegiremos cada una de estas variables y cambiaremos su valor, mientras las demás permanecen constantes.

3.1.3.1 Precio del Bien Subyacente

Cuando el precio de la acción se vuelve muy grande, es casi seguro que la opción de compra sea ejercida y, por lo tanto, el precio de la opción también aumenta considerablemente. Es

más, el precio de la opción de compra se vuelve muy similar a un contrato adelantado (*forward*), puesto que en la ecuación

$$C = S N(d_1) - X e^{-r(T-t)} N(d_2)$$

cuando S es muy grande, los valores d_1 y d_2 se vuelven también muy grandes y esto trae como consecuencia que los valores de la función de distribución de probabilidad, $N(d_1)$ y $N(d_2)$, estén ambos muy cercanos a uno. Por lo cual, el precio de la opción de compra se vuelve muy similar a un contrato adelantado

$$C = S - X e^{-r(T-t)}$$

por el contrario, con el precio de la acción muy grande, el precio de la opción de venta se aproxima a cero, debido a que los valores d_1 y d_2 son muy grandes y los valores $N(-d_1)$ y $N(-d_2)$ tienden a cero en la ecuación,

$$P = X e^{-r(T-t)} N(-d_2) - S N(-d_1)$$

son muy cercanos a cero.

Por ejemplo tenemos,

$$S = 75, X = 65, r = 0.16, \sigma = 0.22, T-t = 0.5$$

donde

$$d_1 = 1.5114$$

$$d_2 = 1.3556$$

$$X e^{-r(T-t)} = 59.988$$

$$N(1.5114) = 0.9347$$

$$N(-1.5114) = 0.0653$$

$$N(1.3556) = 0.9124$$

$$N(-1.3556) = 0.0876$$

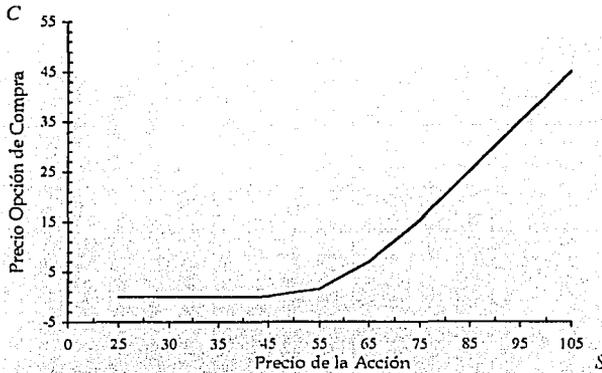
y los precios de las opciones de compra y de venta son respectivamente

$$C = 15.37 \text{ y } P = 0.36$$

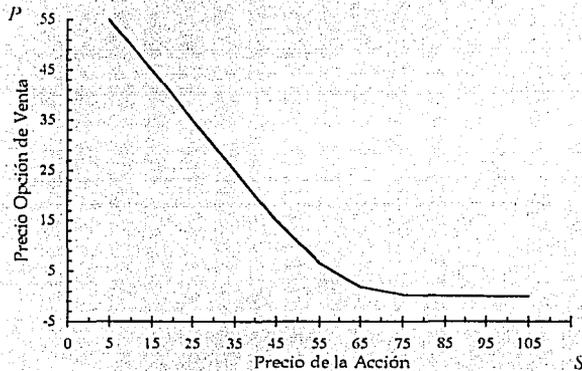
Ahora, manteniendo constantes todas las variables y aumentando el valor de S presentamos la tabla siguiente

S	d_1	d_2	$X e^{-r(T-t)}$	$N(d_1)$	$N(d_2)$	$N(-d_1)$	$N(-d_2)$	C	P
45	-1.7672	-1.9230	59.988	0.0386	0.0272	0.9614	0.9728	0.10	15.09
55	-0.4792	-0.6350	59.988	0.3159	0.2627	0.6841	0.7373	1.61	6.60
65	0.5930	0.4372	59.988	0.7234	0.6690	0.2766	0.3310	6.89	1.88
75	1.5114	1.3556	59.988	0.9347	0.9124	0.0653	0.0876	15.37	0.36
85	2.3148	2.1590	59.988	0.9897	0.9846	0.0103	0.0154	25.06	0.05
95	3.0286	2.8728	59.988	0.9988	0.9980	0.0012	0.0020	35.02	0.01

Tabla 3-2. Influencia del Bien Subyacente sobre el precio de la opción, donde permanecen fijas las variables $X=65$, $r=0.16$, $\sigma=0.22$, y $(T-t)=0.5$



Gráfica 3-1. Precio de la opción de compra (C) con respecto al bien subyacente (precio de la acción); con $X=65$, $r=16\%$, $\sigma=22\%$; $(T-t)=0.5$ (183 días).



Gráfica 3-2. Precio de la opción de venta (P) con respecto al bien subyacente (precio de la acción); con $X=65$, $r=16\%$, $\sigma=22\%$; $(T-t)=0.5$ (183 días).

En el caso en que el precio de la acción se aproxima a cero, el valor de la opción de compra es cero, debido a que $N(d_1)$ y $N(d_2)$ también tienden a cero. Y la ecuación de la opción de venta tiende a $Xe^{-r(T-t)}$, cuando $N(-d_1)$ y $N(-d_2)$ son cercanas a la unidad, considerando siempre que S está muy cercano a cero.

Por lo tanto, cuando

Precio del Bien Subyacente		Opción de Compra	y	Opción de Venta
$S \rightarrow \infty$	entonces	$C \rightarrow S$		$P \rightarrow 0$
$S \rightarrow 0$	entonces	$C \rightarrow 0$	y	$P \rightarrow Xe^{-r(T-t)}$

Teóricamente, el efecto del precio de la acción sobre el precio de la opción se establece por la *delta*, Δ , que se define como la tasa de cambio del precio de la opción con respecto al precio del activo subyacente.⁴ Formalmente ésta se denota:

$$\Delta = \frac{\partial C}{\partial S}$$

donde C se refiere al precio de la opción y S al precio del bien al contado.

Geoméricamente este concepto representa la pendiente de la curva que relaciona el precio del derivado con el precio del activo subyacente.

Fácilmente podemos observar que para opciones de tipo compra, esta *delta* viene dada por:

$$\Delta_C = N(d_1)$$

de esta forma

$$0 \leq \Delta_C \leq 1$$

Igualmente para las opciones de venta, sería

$$\Delta_P = N(d_1) - 1$$

y por tanto

$$-1 \leq \Delta_C \leq 0$$

Generalizando, podemos afirmar que,

$$0 \leq |\Delta| \leq 1$$

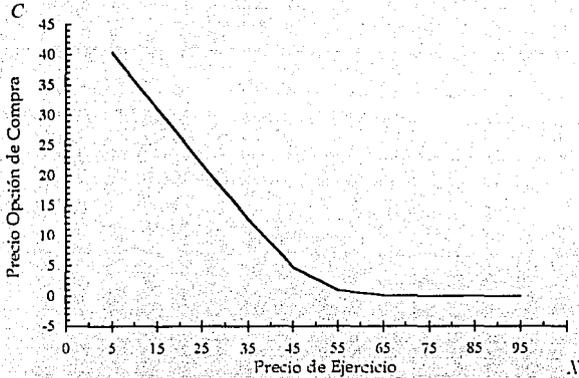
3.1.3.2 Precio de Ejercicio

Ahora examinaremos la influencia que tiene el precio de ejercicio sobre el precio de las opciones de compra y venta, considerando primero el caso en donde el precio de ejercicio X se vuelve muy grande, al igual que lo hicimos con el precio de la acción y, para respetar la lógica, cuando tiende a cero.

Cuando dicho valor tiende a infinito, al primer término que afecta es al que se encuentra en la segunda parte de la fórmula para una opción de compra, $Xe^{-r(T-t)}$, el cual tiende a $+\infty$ conforme el valor de X aumenta. Los valores d_1 y d_2 siguen el sentido contrario tendiendo a $-\infty$, lo que implica tener valores muy pequeños para $N(d_1)$ y $N(d_2)$, así como valores cercanos a uno

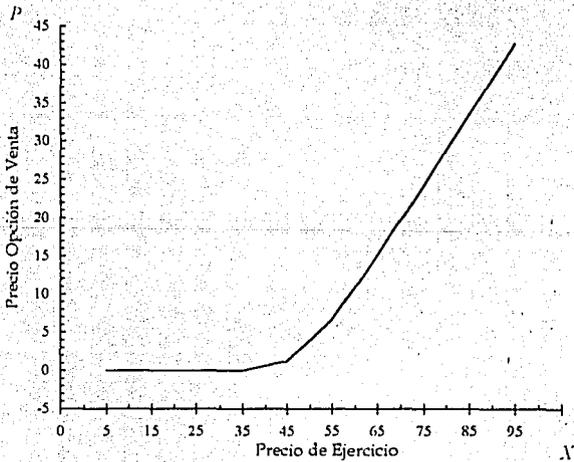
⁴ Si recordamos, en el capítulo anterior se enunció el efecto de esta medida de sensibilidad para propósitos de cobertura.

de $N(-d_1)$ y $N(-d_2)$. Lo que nos lleva a tener un valor C cercano a cero, mientras que el valor de P tenderá a X .



Gráfica 3-3. Precio de una opción de compra (C) respecto al precio de ejercicio; con $S=45$, $r=16\%$, $\sigma=22\%$, $(T-t)=0.5$ (183 días).

Cuando el valor de X tiende a cero, obviamente $X e^{-r(T-t)}$ disminuye, y el segundo término de la ecuación de la opción de compra se vuelve cero, siguiendo el mismo camino el primer término en la ecuación de la opción de venta. Los valores de d_1 y d_2 se vuelven muy grandes debido al valor tan pequeño que toma X , implicando con ello que $N(d_1)$ y $N(d_2)$ tiendan a uno, y $N(-d_1)$ y $N(-d_2)$ tiendan a cero. Por lo que el valor de C se aproxima a S y el de P a cero.



Gráfica 3-4. Precio de una opción de venta (P) con respecto al precio de ejercicio; con $S=45$, $r=16\%$, $\sigma=22\%$, $(T-t)=0.5$ (183 días).

Por lo tanto, cuando

<i>Precio de Ejercicio</i>		<i>Opción de Compra</i>		<i>Opción de Venta</i>
$X \rightarrow \infty$	<i>entonces</i>	$C \rightarrow 0$	<i>y</i>	$P \rightarrow X$
$X \rightarrow 0$	<i>entonces</i>	$C \rightarrow S$	<i>y</i>	$P \rightarrow 0$

Teóricamente, el efecto del precio de ejercicio sobre una opción de tipo compra europea sin pago de dividendos se puede representar en la forma:

$$\frac{\partial C}{\partial X} = -e^{-r(T-t)} N(d_2) < 0$$

Lo que confirma el comportamiento del precio de la opción en su relación inversa respecto al precio de ejercicio. Ya que sabemos que en la medida en que el precio de ejercicio se incremente, el valor intrínseco de la opción disminuirá y, consecuentemente, el precio del derivado.

3.1.3.3 Tiempo para el Vencimiento

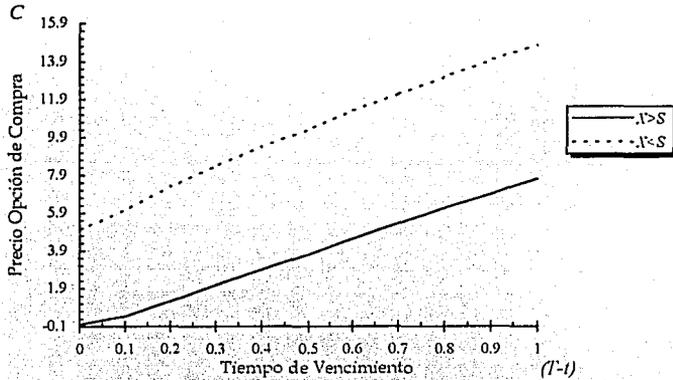
A continuación, para el siguiente análisis consideraremos cuatro casos. Los dos primeros con el valor de $(T-t)$ muy grande y cuando éste se acerca a cero, dividiendo a ambos casos para $S < X$ y $S > X$.

Cuando $(T-t)$ se vuelve muy grande y $S > X$, el término $Xe^{-r(T-t)}$ se aproxima a cero. Asimismo, los coeficientes d_1 y d_2 tienden a tomar valores altos; orillando a los valores $N(d_1)$ y $N(d_2)$ a la unidad. Por lo que el valor de la opción de compra tiende al precio de la acción.

En el caso de la opción de venta, $Xe^{-r(T-t)}$ se comporta de la misma manera, $Xe^{-r(T-t)} \rightarrow 0$; además, al presentar valores muy grandes para d_1 y d_2 , $N(-d_1)$ y $N(-d_2)$ tenderán a cero. Esto implica que el valor de la opción de venta siga el mismo camino.

Ahora, cuando $(T-t)$ sigue muy grande pero $S < X$, en los dos tipos de opciones $Xe^{-r(T-t)}$ se acerca a cero y los valores d_1 y d_2 tienden a infinito.

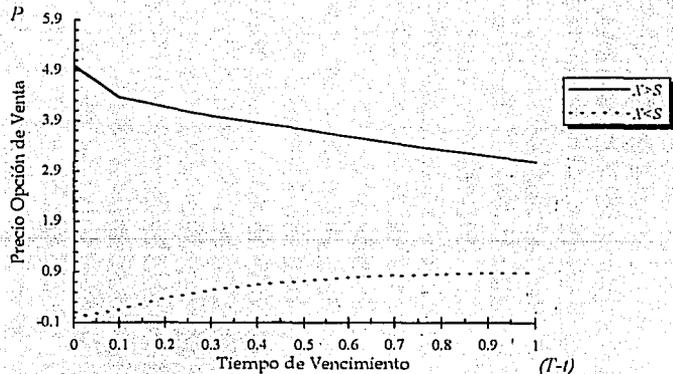
Por lo tanto, los valores para $N(d_1)$ y $N(d_2)$ así como sus contrapartes, continúan el mismo recorrido que para el caso en que $S > X$ y las tendencias de C y P siguen inalterables.



Gráfica 3-5. Precio de una opción de compra (C) con respecto al tiempo de vencimiento (T-t); con $r=16\%$, $\sigma=22\%$ y para el caso en que $X>S$, tenemos $X=65$ y $S=60$; asimismo para $X<S$, los valores son $X=60$ y $S=65$.

Consideremos el primer caso, en que el tiempo al vencimiento ($T-t$) tiende a cero, con $S < X$. De esta forma, al disminuir el valor de ($T-t$), el término $e^{-r(T-t)}$ se aproxima a la unidad, por lo que $Xe^{-r(T-t)}$ tiende al precio de ejercicio de la opción.

Por otro lado, cuando los valores d_1 y d_2 tienden a menos infinito, ello implica que $N(d_1)$ y $N(d_2)$ se aproximen hacia cero y que $N(-d_1)$ y $N(-d_2)$ estén cercanos a la unidad, con lo que el valor de $C \rightarrow 0$ y el de $P \rightarrow X-S$.



Gráfica 3-6. Precio de una opción de venta (P) con respecto al tiempo de vencimiento (T-t); con $r=16\%$, $\sigma=22\%$ y para el caso en que $X>S$, $X=65$ y $S=60$, asimismo para $X<S$, los valores son $X=60$ y $S=65$.

Cuando el precio de la acción es mayor que el precio de ejercicio, es decir, $S > X$, y con $(T-t) \rightarrow 0$, el término $Xe^{-r(T-t)}$ permanece igual, con su tendencia hacia el precio de ejercicio X . Los valores d_1 y d_2 tienden a más infinito orillando, como es obvio, a los valores de $N(d_1)$ y $N(d_2)$ a acercarse a uno y a sus contrapartes a cero.

Por lo tanto, para este caso el precio de una opción de compra tiende a $S-X$ y el de una opción de venta tiende a cero.

Por lo tanto, cuando

Tiempo de Vencimiento			Opción de Compra		Opción de Venta
$(T-t) \rightarrow \infty$	$X < S$	entonces	$C \rightarrow S$	y	$P \rightarrow 0$
	$X > S$		$C \rightarrow S$		$P \rightarrow 0$
$(T-t) \rightarrow 0$	$X < S$	entonces	$C \rightarrow S-X$	y	$P \rightarrow 0$
	$X > S$		$C \rightarrow 0$		$P \rightarrow X-S$

En este sentido se tiene también una medida de sensibilidad del precio de la opción respecto al tiempo, el concepto de *theta*, Θ .

$$\Theta = \frac{\partial C}{\partial (T-t)}$$

Se sabe que, conforme el tiempo que resta para el vencimiento es mayor, más vale la opción, ya que se tiene una mayor posibilidad de finalizar con un valor intrínseco positivo, que en el caso en que el tiempo al vencimiento es menor.

Para la opción de compra europea tenemos:

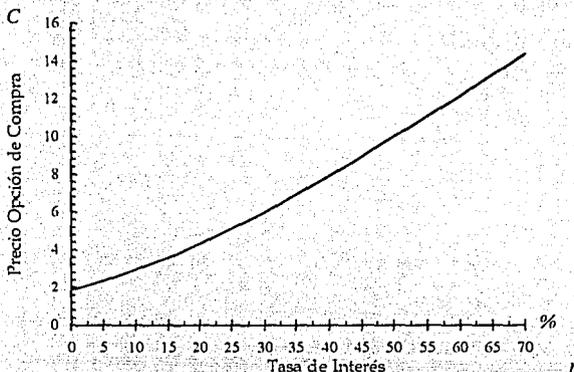
$$\Theta = \frac{SN'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T-t}} - rXe^{-r(T-t)}N(d_2) < 0$$

Es menester mencionar que se habla de una theta negativa generalmente en la condición En-el-Dinero, aunque ésta podría tomar valores positivos en situaciones muy Dentro-del-Dinero, e inclusive, llegar a ser cero cuando la opción está muy Fuera-del-Dinero.

3.1.3.4 Tasa de Interés

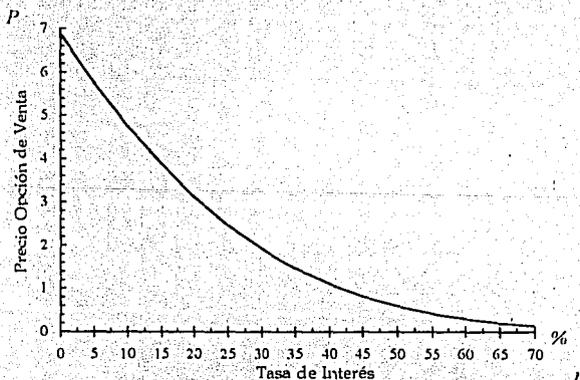
En lo que respecta a los cambios en la tasa de interés, se puede realizar el análisis en cualquiera de los casos en los que hemos dividido el último apartado, es decir, cuando $S > X$ y $S < X$; sin embargo, nos evitaremos esto debido a que el resultado es el mismo.

Cuando la tasa de interés toma valores muy grandes, o sea $r \rightarrow \infty$, el producto $Xe^{-r(T-t)}$ tiende a cero, y al mismo tiempo, los valores d_1 y d_2 se vuelven muy grandes, lo que implica que $N(d_1)$ y $N(d_2)$ estarán muy cercanos a la unidad; y, para el caso de $N(-d_1)$ y $N(-d_2)$, se aproximarán a cero. Por lo tanto, los valores de la opción de compra y venta serán respectivamente, $C \rightarrow S$ y $P \rightarrow 0$.



Gráfica 3-7. Precio de una opción de compra (C) con respecto a la tasa de interés (r); con $\sigma=22\%$, $(T-t)=0.5$ (183 días), $X=65$ y $S=60$.

Cuando $r \rightarrow 0$, el producto $Xe^{-r(T-t)}$ se convierte únicamente en el precio de ejercicio X , dando como resultado que el precio de la opción de compra tienda al $\text{Máx}\{S-X, 0\}$, asimismo el precio de la opción de venta, $\text{Máx}\{X-S, 0\}$.



Gráfica 3-8. Precio de una opción de venta (P) con respecto a la tasa de interés (r); con $\sigma=22\%$, $(T-t)=0.5$ (183 días), $X=65$ y $S=60$.

Por lo tanto, cuando

<i>Tasa de Interés</i>		<i>Opción de Compra</i>		<i>Opción de Venta</i>
$r \rightarrow \infty$	entonces	$C \rightarrow S$	y	$P \rightarrow 0$
$r \rightarrow 0$	entonces	$C \rightarrow \text{Máx}\{S-X, 0\}$	y	$P \rightarrow \text{Máx}\{X-S, 0\}$

Similarmente a la estática comparativa ya mencionada de las variables subyacentes al precio de una opción, se tiene la medida de sensibilidad de dicho precio con relación a la tasa de interés libre de riesgo, llamada ρ .

$$\rho = \frac{\partial C}{\partial r}$$

Y para una opción de compra de tipo europeo se tendría:

$$\rho = X(T-t) e^{-r(T-t)} N(d_2) > 0$$

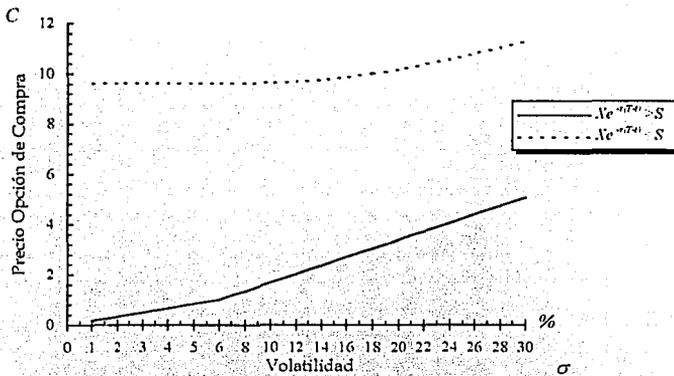
No obstante y tal como ya fue observado, en realidad la tasa de interés tiene muy poco impacto sobre el precio de la opción.

3.1.3.5 Volatilidad

Para analizar los cambios en la fórmula del precio de una opción con respecto a la volatilidad tendremos que, también aquí, considerar cuatro casos.

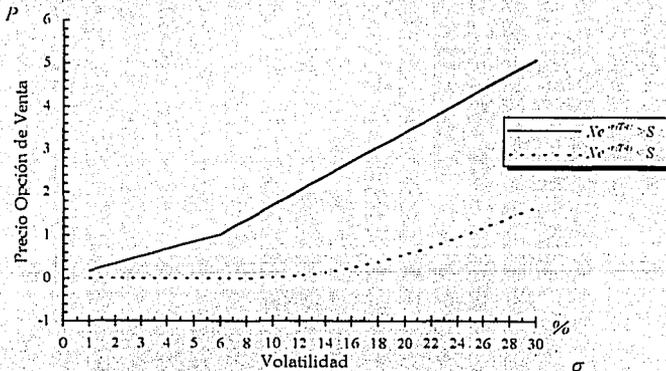
Cuando la volatilidad σ tiende a cero y $S < X$, los valores de d_1 y d_2 tienden a tomar valores extremadamente negativos, dando como resultado que $N(d_1)$ y $N(d_2)$ se aproximen a cero, al tiempo que $N(-d_1)$ y $N(-d_2)$ lo hacen a la unidad. De esta forma, el valor de C tenderá a cero y P a $Xe^{-r(T-t)} - S$.

Para el caso en que $S > X$, los valores d_1 y d_2 se vuelven muy grandes, con lo que $N(d_1)$ y $N(d_2)$ se acercan a la unidad, al igual que sus contrapartes $N(-d_1)$ y $N(-d_2)$ lo hacen a cero. Lo que resulta en que el precio de la opción de compra tienda a $S - Xe^{-r(T-t)}$ y la opción de venta a cero.



Gráfica 3-9. Precio de una opción de compra (C) con respecto a la volatilidad (σ); con $r=16\%$, $(T-t)=0.5$ (183 días) y para el caso en que $X>S$, $X=65$ y $S=60$, asimismo para $X<S$, los valores son $X=60$ y $S=65$.

Con una volatilidad muy grande, es lo mismo asumir que el precio de la acción subyacente es menor o mayor que el precio de ejercicio, pues los resultados son los mismos. Cuando $\sigma \rightarrow \infty$, d_1 asumirá valores positivos muy altos y, por su parte, d_2 tomará valores negativos también muy altos. Así, $N(d_1)$ y $N(-d_2)$ estarán próximos a la unidad, al tiempo que $N(-d_1)$ y $N(d_2)$ lo harán a cero. Lo anterior tiene como resultado que el precio de la opción de compra tienda a S y la opción de venta a X .



Gráfica 3-10. Precio de una opción de venta (P) con respecto a la volatilidad (σ); con $r=16\%$, $(T-t)=0.5$ (183 días) y para el caso en que $X>S$, $X=65$ y $S=60$, asimismo para $X<S$, los valores son $X=60$ y $S=65$.

Por lo tanto, cuando

<i>Volatilidad</i>		<i>Opción de Compra</i>		<i>Opción de Venta</i>
$\sigma \rightarrow \infty$	entonces	$C \rightarrow S$	y	$P \rightarrow X$
$\sigma \rightarrow 0$	entonces	$\text{Máx} \{ S - Xe^{-r(T-t)}, 0 \}$	y	$\text{Máx} \{ Xe^{-r(T-t)} - S, 0 \}$

La tasa de cambio del precio de una opción respecto a la volatilidad se conoce como *lambda*, Λ .⁵

$$\Lambda = \frac{\partial C}{\partial \sigma}$$

Un valor de *lambda* alto nos indica que el precio de la opción es muy sensitivo a cambios pequeños en la volatilidad, y viceversa. Para la opción de compra se tiene que,

$$\Lambda = S \sqrt{T-t} N'(d_1) > 0$$

Se sabe que una volatilidad alta implica una mayor probabilidad de variación en el precio de la acción y, por tanto, se incrementa el precio de la opción. Tal como se verá en el próximo capítulo, *lambda* alcanza su máximo valor cuando el derivado está En-el-Dinero, decayendo conforme éste se aleja de dicha condición, ya sea hacia la zona Dentro o Fuera-del-Dinero. Finalmente, a continuación se expone una tabla que resume todos los resultados del presente apartado.

	<i>C</i>	<i>P</i>	d_1	d_2	$X e^{-r(T-t)}$	$N(d_1)$	$N(d_2)$
$S \rightarrow 0$	0	<i>X</i>	$-\infty$	$-\infty$	cte.	0	0
$S \rightarrow \infty$	<i>S</i>	0	∞	∞	cte.	1	1
$X \rightarrow 0$	<i>S</i>	0	∞	∞	0	1	1
$X \rightarrow \infty$	0	<i>X</i>	$-\infty$	$-\infty$	∞	0	0
$(T-t) \rightarrow 0$							
$S > X$	<i>S-X</i>	0	∞	∞	<i>X</i>	1	1
$S < X$	0	<i>X-S</i>	$-\infty$	$-\infty$	<i>X</i>	0	0
$(T-t) \rightarrow \infty$							
$S > X$	<i>S</i>	0	∞	∞	0	1	1
$S < X$	<i>S</i>	0	∞	∞	0	1	1
$r \rightarrow 0$	$\text{Máx} \{ S - X, 0 \}$	$\text{Máx} \{ X - S, 0 \}$	cte.	cte.	<i>X</i>	cte.	cte.
$r \rightarrow \infty$	<i>S</i>	0	∞	∞	0	1	1
$\sigma \rightarrow 0$							
$S > X$	$S - Xe^{-r(T-t)}$	0	∞	∞	cte.	1	1
$S < X$	0	$Xe^{-r(T-t)} - S$	$-\infty$	$-\infty$	cte.	0	0
$\sigma \rightarrow \infty$	<i>S</i>	<i>X</i>	$-\infty$	$-\infty$	cte.	1	0

Tabla 3-3. Influencia de las variables sobre el modelo.

⁵ Autores como Chance (1991), así como Díez de Castro y Mascareñas (1991), también la refieren como *kappa* o *vega*.

3.1.4 Estudio de sus Debilidades

Es necesario comprender las limitaciones del modelo Black & Scholes antes de utilizarlo. Éstas son principalmente las relacionadas a los supuestos que le dieron forma.

Una de las que ya hemos abordado es la relacionada a la tasa de interés libre de riesgo constante, que como ya hemos explicado, resulta ser poco realista al entorno económico en el que se desarrollan los títulos opcionales (warrants), y sobre todo con las opciones que son emitidas sobre bonos o instrumentos gubernamentales. Definitivamente las tasas de interés no resultan ser constantes durante la vida del título opcional. Sin embargo, basándonos en los estudios citados y sobre lo desarrollado en la sección 3.1.3.4, la tasa de interés no es un factor importante en la valuación de opciones, sobre todo con aquellas con vidas inferiores a un año.

Por otro lado, el modelo Black & Scholes asume que las acciones no pagan dividendos durante la vida de la opción. Pese a esto, muchos de los valores que son listados en bolsa y que ha sido emitido un título opcional referido a ellos, pagan dividendos durante la vida del producto derivado. Por lo que estos dividendos en algunos casos pueden ser fundamentales y llegar a tener un efecto significativo.

Para relajar este supuesto (supuesto (c)), en el mismo año y después que se dio a conocer el modelo de Fisher Black y Myron Scholes, se realizó un ajuste sobre el modelo original para considerar acciones que pagaban dividendos. El cual fue realizado por Robert C. Merton⁶, en donde asume dividendos pagados en forma continua. Este supuesto no se ajusta a los dividendos que realmente son pagados, ya que al momento de realizar los cálculos en el modelo de Merton, es indispensable convertir los pagos de los dividendos discretos a un equivalente de forma continua. Aunque los pagos no son hechos en forma constante, este supuesto parece ser más razonable que ignorar por completo el pago de dividendos. Sin embargo, en la actualidad no se conoce una forma cercana para la valuación de opciones para pagos de dividendos discretos.

Otro de los supuestos en los que se sustenta el modelo de valuación de títulos opcionales Black & Scholes, es la carencia del pago de impuestos y costos de transacción por la compra/venta de las acciones u opciones. La mayoría de los participantes en el mercado pueden estar muy interesados en conocer su actual o posible situación con respecto a estos costos para poder planear mejor sus operaciones y/o posiciones futuras. Desafortunadamente, las leyes sobre impuestos y los costos de transacción son demasiado complejos y continuamente se modifican de instrumento a instrumento, por las adaptaciones y variantes presentadas entre cada una de las casas de bolsa participantes. Por lo que sería imposible lograr dar una regla general que pueda ser aplicable a todos los casos.

Cabe agregar que, en general, los costos de transacción en el mercado son considerablemente altos durante la vida de una opción para un inversionista privado; pero para un participante institucional son mucho menores, gracias a sus posiciones abiertas y a sus grandes volúmenes de transacción que manejan diariamente.

Y la última de las limitaciones que presenta el modelo es la relativa a la consideración de una volatilidad constante y a la dificultad de estimarla, dado que el modelo sugiere determinarla a

⁶ Merton, R. C. (1973) "Theory of rational option pricing", en *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 4, pp. 141-183.

través de los datos históricos de los rendimientos del bien subyacente. Si el supuesto de considerar una varianza constante fuera correcto, entonces dado un mayor número de observaciones históricas del precio del valor, nuestra estimación de la varianza en la muestra estaría muy aproximada a la verdadera del rendimiento del bien subyacente. Una posible manera de incrementar estas observaciones es manejar los datos semanales de la acción y extendiendo mucho más el periodo de muestra. También, en lugar de ser datos obtenidos de forma semanal podría ser de forma diaria o se pueden considerar los datos de cierre, apertura, el más alto o el más bajo hecho durante un día de transacciones. Sin embargo, muchos factores que afectan la volatilidad son por sí mismos inciertos, tanto que no podemos predecir la volatilidad futura con verdadera certeza, al grado que si midieramos la volatilidad histórica sin ningún error nos resultaría muy difícil lograr una exacta estimación. En el siguiente capítulo discutiremos y probaremos la derivación de alternativas para estimar una volatilidad más real, la cual tratará de minimizar los errores en su estimación.

3.2 El Modelo de Valuación SRCEV

3.2.1 Introducción

No obstante el modelo Black & Scholes, mencionado con detalle en la sección anterior, es el que en la generalidad es usado por los operadores, diversos estudios han demostrado que sus resultados difieren en forma sistemática de los precios del mercado. El ejemplo más palpable es la sobreestimación de opciones de compra en condición Fuera-del-Dinero y cercanas a su vencimiento, respecto a opciones del mismo tipo pero que se encuentran En-el-Dinero cuya conclusión está relativamente más lejana en el tiempo y contratadas sobre la misma acción subyacente.

En virtud de lo anterior se ha estimulado el interés en desarrollar fórmulas alternativas de valuación. Las cuales se han enfocado a relajar los supuestos de la fórmula Black & Scholes sobre la dinámica de los precios de la acción referida.⁷

La contribución principal en esta fase del trabajo es la consideración de una forma alternativa para el problema de la valuación de títulos opcionales que se vincula con el comportamiento del precio de las acciones subyacentes.

Específicamente, el modelo al que referiremos nuestro análisis, el Modelo de Elasticidad Constante de la Varianza (mejor conocido por sus siglas en inglés CEV, *Constant Elasticity Variance*) considera el comportamiento de la varianza del bien referido, al tiempo que relaja el supuesto sobre la misma. Ya que, mientras que el modelo Black & Scholes asume que la volatilidad es constante, diversos estudios han demostrado la existencia de una relación entre ésta y el nivel del precio de la acción referida. Por ejemplo, el mismo Black (1976) observó que la varianza de los rendimientos de las acciones cambiaba inversamente con el precio de las mismas. Asimismo, Beckers, al igual que Schmalensee y Trippi, probaron ésta relación mediante el argumento de que las fluctuaciones en la razón deuda-capital debido a cambios en el precio de la

⁷ Principalmente en términos de dividendos, rendimientos del precio de la acción, tasa de volatilidad instantánea del rendimiento de la acción, etc.

acción, son las causantes de que la varianza de los rendimientos del título accionario se mueva en dirección opuesta al nivel de su precio. Esto es, si la acción de una compañía baja, el valor de mercado de su capital tiende a caer más rápidamente que el valor de mercado de su deuda, provocando que la relación deuda-capital crezca; con lo cual, el riesgo de la acción aumenta. Un efecto similar puede observarse aun cuando la compañía casi no cuenta con deuda. Pues, como todas las empresas se enfrentan a costos fijos, a los que tienen que hacer frente independientemente de sus ingresos, un decremento en su ingreso disminuiría el valor de la empresa y, al mismo tiempo, incrementará su riesgo.

El modelo CEV, presentado por Cox y Ross en un artículo publicado en 1976⁸ establece un marco teórico bajo el cual, esta relación inversa puede probarse empíricamente. Además, tal como se analizará, en la formulación del modelo se consideran tres casos fundamentales:

- Absoluto.
- Raíz Cuadrada.
- Black-Scholes.

Como se puede observar, la fórmula Black & Scholes es un caso particular del modelo en cuestión, por lo que no es difícil pensar que sus supuestos son al menos parecidos. De hecho todos, excepto que el comportamiento del precio de la acción es generalizado a un proceso CEV, a partir del cual Cox y Ross derivaron el precio de una opción tipo compra, haciendo uso además del supuesto de neutralidad del riesgo al descontar el valor esperado del precio de la acción al vencimiento a la tasa libre de riesgo. Inclusive podemos afirmar que, aunque en esencia las bases teóricas de los casos anteriores son las mismas, los resultados difieren significativamente entre ellos.

Particularmente, se pondrá atención especial al segundo caso debido a que, por su estructura, pensamos que es el modelo que mejor ajusta el comportamiento del precio y la varianza. Razón sobre la que se plantea la hipótesis de que el caso específico del modelo CEV de raíz cuadrada supera los resultados que arroja la fórmula conocida de Black & Scholes. Asimismo, el análisis que evalúa dicha hipótesis se presenta en la parte final del capítulo.

3.2.2 Teoría de Valuación de Opciones Propedéutica para el Modelo CEV

La estructura de los argumentos de cobertura usados para obtener fórmulas de valuación de títulos opcionales contempla varios pasos. Primero se debe elegir un proceso particular que coordine el movimiento en el precio del activo subyacente, donde generalmente se considera una acción con precio S en un determinado momento t . Ahora, supongamos que podemos escribir el movimiento de S como:

$$dS = \mu_S dt + \sigma_S dZ_S \dots\dots\dots (22)$$

Donde μ_S y σ_S son funciones de S y t , e igualmente, el término dZ_S se considera como un proceso de Wiener.

⁸ Cox, J. C. y S. A. Ross (1976), "The valuation of options for alternative stochastic processes", en *Journal of Financial Economics*, 3, pp. 145-166.

El siguiente paso es tomar un instrumento cuyo valor dependa de S , (en nuestro caso es obvio que se tratará de una opción sobre la acción) y asumir que existe una función del precio, $C(S, t)$, la cual representará el valor de la opción en el momento t , dado que en ese instante el precio de la acción es S . Lo anterior nos permite derivar el movimiento en el valor de la opción:

$$dC = \mu_C dt + \sigma_C dZ_S \dots\dots\dots (23)$$

Donde las funciones μ_C y σ_C dependen ahora de la función desconocida C y de los valores conocidos de S y t .

También aquí se asumen ciertos supuestos tales como que la tasa de interés de las operaciones es una tasa libre de riesgo r ; asimismo que no hay costos de transacción ni impuestos además de que la acción S , puede ser vendida en corto. El hecho más importante es que se supone que los participantes actúan de tal forma que no influyen el comportamiento de r o de cualquier precio. Bajo estas hipótesis se puede observar que todos los activos sin riesgo deben de captar la tasa de interés, r ; con lo que se previene también el arbitraje.

Un hecho importante en este contexto es que también aquí podemos conformar una posición de cobertura tal que, para valores de S y t dados, el valor de la opción, C , no depende directamente de la estructura de preferencias de los inversionistas.

Ahora bien, si recordamos, la asunción básica empleada por Black y Scholes fue que el valor de la acción seguía un proceso de la forma:

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dZ \dots\dots\dots (24)$$

donde S es el precio de la acción, μ es el término de cambio y dZ es un proceso de Wiener. Al mismo tiempo, si S_t es el valor de la acción en el momento t , entonces el porcentaje de cambio en éste valor para el siguiente instante, de t a $t+dt$, es:

$$\frac{dS}{S} = \frac{S_{t+dt} - S_t}{S_t}$$

Por (24) sabemos que éste porcentaje de cambio se compone de dos elementos, un término de cambio, μdt , el cual es constante, y un término normalmente distribuido, σdZ . Éste último es independiente de sus valores anteriores y tiene media cero y varianza $\sigma^2 dt$. Entonces la ecuación (24) simplemente establece que el porcentaje de cambio en el valor de la acción de t a $t+dt$ está normalmente distribuido con media μdt y varianza $\sigma^2 dt$. Cabe agregar que, claramente se puede observar que conforme dt disminuye, consiguientemente S_{t-dt} no diferirá en mucho de S_t .

Pues bien, debido a que el supuesto de logarítmiconormalidad sobre el comportamiento del precio del bien referido no es del todo exacto, se han examinado modelos alternativos. El modelo CEV entra en esa categoría, siendo su principal característica la consideración de la elasticidad constante de la varianza. Asimismo, la derivación de su fórmula se basa en el argumento de que si el precio de una opción de compra tipo europea depende de la acción subyacente y la tasa libre de riesgo, entonces la ecuación resultante que rige el precio de la opción de compra será la adecuada cualesquiera que sean las preferencias del inversionista. Asumiendo

riesgo neutral, el valor de una opción es, simplemente, el valor esperado del título opcional al vencimiento traído a valor presente a la tasa libre de riesgo.

Denotemos el precio de la acción en un cierto momento t como S y sea el cambio en dicho precio, dS , mismo que ocurre en un incremento pequeño en el tiempo dt . Entonces para ciertas constantes μ , θ y $\delta > 0$, la familia de procesos CEV se puede describir por la ecuación:

$$dS = \mu S dt + \delta S^{\frac{\theta-1}{2}} dZ \quad \dots\dots\dots (25)$$

y en términos de porcentaje de cambio de la acción:

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \delta S^{\frac{\theta-2}{2}} dZ \quad \dots\dots\dots (26)$$

Claramente se puede observar que la varianza instantánea del precio de la acción en la ecuación (25) es:

$$Var(S) = \delta^2 S^\theta$$

y la elasticidad de dicha varianza con respecto al precio de la acción está dada por:

$$\epsilon = \frac{\partial Var(S)}{\partial S} \frac{S}{Var(S)} = \left(\theta \delta^2 S^{\theta-1} \right) \frac{S}{\delta^2 S^\theta} = \theta \delta^{2-2} S^{(\theta-1)+1-\theta} = \theta$$

donde nos interesa particularmente cuando el factor de elasticidad se encuentra en $0 \leq \theta \leq 2$.

Ahora bien, la varianza instantánea del porcentaje de cambio en el precio de la acción (es decir, del rendimiento), σ^2 , se expresa en la siguiente ecuación:

$$\sigma^2 = \delta^2 S^{\theta-2} \quad \dots\dots\dots (27)$$

en donde se advierte abiertamente la relación inversa que había sido mencionada, pues σ^2 se muestra como una función decreciente del precio de la acción para $\theta < 2$. Cuando $\theta = 2$, la varianza instantánea del rendimiento es una constante, δ^2 , y el proceso es precisamente el asumido en el modelo de valuación Black & Scholes. En este sentido cabe hacer mención de que el razonamiento empírico, tiende a apoyar la relación inversa varianza-precio, por lo cual éste caso en el que la varianza no es, al menos, función del precio de la acción, no cumple los supuestos *a priori* de la realidad económica subyacente al modelo.

La desviación estándar del cambio porcentual del precio, es decir la volatilidad, será entonces:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\delta^2 S^{\theta-2}} = \delta S^{\frac{\theta-2}{2}}$$

3.2.3 Planteamiento del Modelo CEV

Ahora bien, en base al apartado anterior Cox encontró que el precio de la opción, influido directamente por el comportamiento de S_t , era de la siguiente forma:

$$C(S, \tau) = S_t \sum_{n=0}^{\infty} g(n+1, x) G\left(n+1 + \frac{1}{2-\theta}, kX^{2-\theta}\right) + \\ - X e^{-r\tau} \sum_{n=0}^{\infty} g\left(n+1 + \frac{1}{2-\theta}, x\right) G(n+1, kX^{2-\theta}) \dots\dots\dots (28)$$

donde

$$g(m, \nu) = \frac{e^{-\nu} \nu^{m-1}}{\Gamma(m)} \quad \text{Función de densidad gamma}$$

$$k = \frac{2r}{\delta^2 (2-\theta) (e^{r(2-\theta)\tau} - 1)}$$

$$x = k S_t^{2-\theta} e^{r(2-\theta)\tau}$$

τ Tiempo al Vencimiento

X Precio de Ejercicio

3.2.3.1 Casos del Modelo General

Primordialmente son tres las categorías resultantes de la familia de procesos CEV, toda vez que su tipificación responde al factor de elasticidad adoptado. La esencia de las tres modalidades se observa a partir de la ecuación (26), y son:

Factor de Elasticidad	Varianza del Rendimiento del Precio de la Acción			Caso
$\theta = 0$	Inversamente cuadrado del precio	proporcional	al	Modelo Absoluto
$\theta = 1$	Inversamente precio	proporcional	al	Modelo de Raíz Cuadrada
$\theta = 2$	Constante			Modelo Black-Scholes

Caso Black & Scholes

Ya ha sido explicado con detalle en el subcapítulo anterior éste modelo en su forma original, no obstante en esta ocasión su presencia obedece únicamente a su vínculo teórico con el modelo CEV.

Para este caso, la ecuación (26) asume $\theta = 2$, con lo que el proceso que sigue el rendimiento del precio de la acción referida es:

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \delta dZ$$

A partir de ello, el término de cambio y la varianza son μ y δ^2 , respectivamente. Nótese que ésta última es constante.

La fórmula Black-Scholes resultante es la misma que se presentó en la sección 3.1.1.2, a partir de la ecuación anteriormente citada.

Caso Absoluto

El segundo de los casos del conjunto de ecuaciones CEV que presentaremos es el modelo absoluto. Éste supone que el rendimiento del precio de la acción subyacente sigue un comportamiento de la forma:

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \frac{\delta}{S} dZ$$

donde se puede observar claramente que se ha asumido $\theta = 0$ en la ecuación (26), resultando en una varianza que se relaciona inversamente con el cuadrado del precio de la acción.

Nótese que la fórmula de valuación de opciones CEV (ver ecuación 28) contiene sumas infinitas, mismas que dificultan la evaluación en aquellos casos en los que la convergencia es lenta. Este problema se soluciona fácilmente para el modelo absoluto al introducir una formulación que lo aproxima:

$$C = (S - Xe^{-rt})N(y_1) + (S + Xe^{-rt})N(y_2) + v(n(y_1) - n(y_2)) \dots\dots\dots (29)$$

donde

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

$n(\cdot)$ Función de densidad normal

$$v = \delta \left(\frac{1 - e^{-2r\tau}}{2r} \right)^{1/2}$$

$$j_1 = \frac{S - Xe^{-r\tau}}{v}$$

$$j_2 = -\frac{S + Xe^{-r\tau}}{v}$$

Sin embargo creemos que este modelo, si bien es consistente con la idea de que la varianza de los rendimientos de la acción crece a medida que el nivel del precio disminuye, no ofrecerá los mejores resultados en virtud de que lleva al límite la relación precio-riesgo.

Caso SRCEV

Cuando $\theta = 1$, el proceso de la varianza del precio es proporcional al precio de la acción, esto es, la desviación estándar del precio decrece con el nivel de éste. De esta forma, el proceso del porcentaje de cambio del precio de la acción sobre la que se emite el título opcional, es el siguiente para éste caso:

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \frac{\delta}{\sqrt{S}} dZ$$

Y precisamente de la ecuación anterior es de donde surge el nombre de modelo CEV de Raíz Cuadrada.

La fórmula de valuación correspondiente para el modelo de raíz cuadrada, *SRCEV*⁹, es:

$$C = S \sum_{n=0}^{\infty} g(n+1, y) G(n+2, \gamma X) - Xe^{-r\tau} \sum_{n=0}^{\infty} g(n+2, y) G(n+1, \gamma X)$$

donde

$$\gamma = \frac{2r}{\sigma^2(e^{r\tau} - 1)}$$

⁹ Denominado así por sus siglas en inglés *Square Root Constant Elasticity of Variance*.

$$y = \gamma S e^{r\tau}$$

$$g(m, v) = \frac{e^{-v} v^{m-1}}{\Gamma(m)} \quad \text{Función de densidad gamma}$$

$$G(m, v) = [\Gamma(m)]^{-1} \int_0^{\infty} e^{-z} z^{m-1} dz \quad \text{Función de distribución gamma}$$

- S Precio de la acción subyacente
- X Precio de ejercicio
- σ Desviación estándar del rendimiento instantáneo de la acción
- r Tasa de interés libre de riesgo
- τ Tiempo al vencimiento

Es importante mencionar que los casos $\theta = 2$ (Black & Scholes) y $\theta = 1$ (SRCEV) requieren de los mismos datos para calcular el valor del warrant, lo cual representa una ventaja para el análisis que se realizará para probar la eficiencia de ambos modelos.

Similarmente a la ecuación alternativa desarrollada para el modelo *Absoluto*, Cox desarrolló una fórmula de aproximación para el valor de la opción por el modelo de raíz cuadrada.

$$C = SN(q(4)) - X e^{-r\tau} N(q(0)) \quad \dots \dots \dots (30)$$

Donde si w puede tomar los valores 0 ó 4, la función $q(w)$ está dada por:

$$q(w) = \frac{1 + h(h-1)\lambda - h(h-1)(2-h)(1-3h) \frac{\lambda^2}{2} - \left(\frac{z}{w+y}\right)^h}{\left\{2h^2\lambda(1-(1-h)(1-3h)\lambda)\right\}^{1/2}}$$

donde

$$h(w) = 1 - \frac{2}{3}(w+y)(w+3y)(w+2y)^{-2}$$

$$\lambda = \frac{w+2y}{(w+y)^2}$$

$$y = \frac{4rS}{\sigma^2(1-e^{-r\tau})}$$

$$z = \frac{4rX}{\sigma^2(e^{rT} - 1)}$$

Con el objeto de ejemplificar el empleo del modelo SRCEV consideraremos los mismos datos del ejemplo presentado para el modelo Black & Scholes, es decir, $S=22$, $X=20$, $r=0.1$, $\sigma=0.3$, $T-t=0.5$. Sustituyendo en las fórmulas anteriores nos queda,

$$y = \frac{4(0.1)(22)}{0.3^2(1 - e^{-0.1(0.5)})} = 2004.85$$

$$z = \frac{4(0.1)(20)}{0.3^2(e^{0.1(0.5)} - 1)} = 1733.70$$

Para el caso en que $w = 0$ tenemos lo siguiente,

$$\lambda = \frac{0 + 2(2004.85)}{(0 + 2004.85)^2} = 0.0010$$

$$h(0) = 1 - \frac{2}{3}(0 + 2004.85)(0 + 3(2004.85))(0 + 2(2004.85))^{-2} = 0.50$$

$$q(0) = \frac{1 + 0.5(0.5 - 1)0.001 - 0.5(0.5 - 1)(2 - 0.5)(1 - 3(0.5)) \frac{0.001^2}{2} - \left(\frac{1733.70}{0 + 2004.85}\right)^{0.5}}{\left\{2(0.5)^2 0.001(1 - (1 - 0.5)(1 - 3(0.5)))0.001\right\}^{\frac{1}{2}}}$$

$$= \frac{0.0698}{0.0223} = 3.1262$$

Para el caso en que $w = 4$ tenemos lo siguiente,

$$\lambda = \frac{4 + 2(2004.85)}{(4 + 2004.85)^2} = 0.0010$$

$$h(4) = 1 - \frac{2}{3}(4 + 2004.85)(4 + 3(2004.85))(4 + 2(2004.85))^{-2} = 0.4997$$

$$q(4) = \frac{1 + 0.49(0.49 - 1)0.001 - 0.49(0.49 - 1)(2 - 0.49)(1 - 3(0.49)) \frac{0.001^2}{2} - \left(\frac{1733.70}{4 + 2004.85} \right)^{0.49}}{\left\{ 2(0.49)^2 0.001(1 - (1 - 0.49)(1 - 3(0.49))) 0.001 \right\}^{1/2}}$$

$$= \frac{0.0707}{0.0223} = 3.1726$$

En base a estos resultados obtenemos.

$$N(q(0)) = 0.9991$$

$$N(q(4)) = 0.9992$$

Y por consiguiente la ecuación (30) será:

$$C = 22(0.9992) - 20e^{-0.1(0.5)}(0.9991) = 2.9756$$

Esto significa que el precio de una opción de compra estará dado por \$2.97, que si lo comparamos con el obtenido bajo el modelo Black & Scholes, resulta una diferencia de \$0.64.

Macbeth y Merville (1980) analizaron el caso particular del modelo CEV en el que $\theta = 2$, i.e. Black & Scholes, y demostraron que éste subevaluaba opciones en la condición Dentro-del-Dinero, asimismo, que sobrevaluaba opciones Fuera-del-Dinero, recalcando además, que como la varianza cambia con el precio de la acción, el modelo Black-Scholes requiere una varianza diferente cada vez que cambia el precio de la acción para obtener el precio correcto (aproximado) de las opciones En-el-Dinero.

La principal desventaja del modelo Black & Scholes es que si la varianza (σ^2) cambia con los movimientos en el precio de la acción, entonces constantemente se requeriría de los ajustes apropiados en el valor de dicha varianza empleada en su fórmula. Mientras que, por su parte, el modelo de Cox y Ross ajusta automáticamente los cambios en ese elemento.

3.3 Análisis Comparativo del Modelo Black & Scholes *versus* el Modelo SRCEV

3.3.1 Datos

Para llevar a cabo el análisis siguiente se recogió una muestra consistente de los warrants listados al día 31 de diciembre de 1993. Dicha muestra incluye los precios de cierre de los títulos opcionales sobre acciones vigentes hasta ese momento en la Bolsa Mexicana de Valores, así como de los precios de las acciones subyacentes. Se trabajó con 48 periodos, de observaciones semanales comenzando el 31 de diciembre de 1993 y finalizando el 31 de diciembre de 1994¹⁰. Los datos fueron colectados el último día operable por semana para cada warrant. Asimismo se dan a conocer las características bajo las que fueron emitidos cada uno de los títulos opcionales de la muestra: periodo de vigencia, precio de ejercicio, prima de emisión, tipo de liquidación, bien

¹⁰ Cabe mencionar que éste periodo finalizó hasta el 13 de enero de 1995 únicamente en tres de los casos.

subyacente y agente emisor, entre otros. Cabe mencionar que la muestra sólo contempla warrants de compra debido a la escasez general de volumen operado en su estilo de venta durante este periodo.

Por otro lado, la tasa de interés libre de riesgo que se considera es la de los Certificados de la Tesorería de la Federación, mejor conocidos como CETES. Ésta fue copiada semanalmente por el mismo periodo mencionado. Además dicha tasa fue convertida a la tasa de interés continua equivalente, asumiendo en cada caso el plazo correspondiente al vencimiento de cada warrant. Esto es, se selecciono la emisión de CETES que amortizaba justo después del vencimiento del derivado y luego se seguía el rendimiento de esa tasa durante el tiempo.

La fuente directa de la información antedicha fue el periódico "El Financiero", asimismo los datos fueron complementados con publicaciones editadas por la Bolsa Mexicana de Valores tales como son los "Indicadores Bursátiles" y el "Boletín Bursátil"

De esta forma, las cotizaciones fueron copiadas durante el periodo mencionado y para cada uno de los títulos opcionales cuyas características se muestran en los siguientes esquemas. Cada esquema presenta en su parte izquierda el tipo de característica que comúnmente se exhibe en la emisión de estos derivados, y en su parte derecha se listan los datos correspondientes.

INFORMACIÓN	DATOS POR CADA TÍTULO
Tipo de valor	WA
Clave de cotización	ALF411R (ALFA DC301)
Número de títulos opcionales	2,000,000
Prima de emisión ¹¹	NS 4.042
Precio de ejercicio ¹²	NS 18.80
Monto total de la emisión	NS 8,084,000.00
Fecha de emisión ¹³	28 de mayo de 1993
Fecha de liquidación	1 de junio de 1993
Plazo de vigencia	28-May-1993 al 24-Nov-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	24 de noviembre de 1994
Valores de referencia	Acciones de la serie "A" emitidas por Grupo Industrial Alfa, S.A.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 1,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 75% del precio de ejercicio.
Agente colocador	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero GBM Atlántico.
Representante común	Banco Nacional de México, S.A. de C.V., División Fiduciaria.

¹¹ Por cada título opcional.

¹² Ver nota al pie 11.

¹³ Fecha de cruce en bolsa o periodo de ofrecimiento del Título Opcional.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	APA403A (APASCO DC301)
Número de títulos opcionales	2,250,000
Prima de emisión	NS 3.6125
Precio de ejercicio	NS 14.450
Monto total de la emisión	NS 8,128,125.00
Fecha de emisión	24 de marzo de 1993
Fecha de liquidación	26 de marzo de 1993
Plazo de vigencia	24-Mar-1993 al 25-Mar-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "A" de Apasco, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 1,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo
Agente colocador	GBM, Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero GBM Atlántico.
Representante común	Banco Nacional de México, S.A. de C.V., División Fiduciaria.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	BNC504R (BANACCI DC301)
Número de títulos opcionales	5,000,000
Prima de emisión	NS 3.939
Precio de ejercicio	NS 17.20
Monto total de la emisión	NS 19,694,000.00
Fecha de emisión	14 de octubre de 1993
Fecha de liquidación	18 de octubre de 1993
Plazo de vigencia	14-Oct-1993 al 12-Abr-1995, inclusive
Periodo de ejercicio	12 de abril de 1995
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" de Grupo Financiero Banamex Accival, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 2,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 75% del precio de ejercicio.
Agente colocador	GBM, Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa.
Representante común	Banco Nacional de México, S.A. de C.V., División Fiduciaria.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	CCM410A (COMERCI DC301)
Numero de títulos opcionales	3,850,000
Prima de emisión	NS 1.368
Precio de ejercicio	NS 6.220
Monto total de la emisión	NS 5.266.800.00
Fecha de emisión	19 de octubre de 1993
Fecha de liquidación	21 de octubre de 1993
Plazo de vigencia	19-Oct-1993 al 20-Oct-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" de Controladora Mexicana, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 5,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo
Agente colocador	Operadora de Bolsa Serfin, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Serfin.
Representante común	Valores Finamex, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Promex-Finamex.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	CFR411R (CIFRA DC301)
Numero de títulos opcionales	2.588.000
Prima de emisión	NS 1.160
Precio de ejercicio	NS 6.025
Monto total de la emisión	NS 3.002.080.00
Fecha de emisión	12 de mayo de 1993
Fecha de liquidación	14 de mayo de 1993
Plazo de vigencia	12-May-1993 al 11-Nov-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	11 de noviembre de 1994
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" emitidas por Cifra, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 2,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 50% del precio de ejercicio.
Agente colocador	Acciones y Valores de México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Banamex-Accival.
Representante común	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero GBM Atlántico.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	CFR412R (CIFRA DC302)
Numero de títulos opcionales	5,000,000
Prima de emisión	NS 1.20
Precio de ejercicio	NS 6.25
Monto total de la emisión	NS 6,000,000.00
Fecha de emisión	22 de junio de 1993
Fecha de liquidación	24 de junio de 1993
Plazo de vigencia	22-Jun-1993 al 22-Dic-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	22 de diciembre de 1994
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" emitidas por Cifra, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 2,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 50% del precio de ejercicio.
Agente colocador	Acciones y Valores de México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. Banamex-Accival.
Representante común	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	CFR408A (CIFRA EC301)
Número de títulos opcionales	10,000,000
Prima de emisión	NS 1.620
Precio de ejercicio	NS 7.680
Monto total de la emisión	NS 16,200,000.00
Fecha de emisión	26 de agosto de 1993
Fecha de liquidación	30 de agosto de 1993
Plazo de vigencia	26-Ago-1993 al 26-Ago-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" emitidas por Cifra, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 100 títulos.
Forma de liquidación	En especie
Agente colocador	Casa de Bolsa Inverlat, S.A. de C.V., Grupo Financiero Inverlat.
Representante común	Invex Casa de Bolsa, S.A. de C.V.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	CFR408A (CIFRA EC302)
Número de títulos opcionales	2.000,000
Prima de emisión	NS 1.700
Precio de ejercicio	NS 7.360
Monto total de la emisión	NS 3,400,000.00
Fecha de emisión	30 de agosto de 1993
Fecha de liquidación	1 de septiembre de 1993
Plazo de vigencia	30-Ago-1993 al 29-Ago-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "C" emitidas por Cifra, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 100 títulos.
Forma de liquidación	En especie
Agente colocador	Casa de Bolsa Inverlat, S.A. de C.V., Grupo Financiero Inverlat.
Representante común	Invex Casa de Bolsa, S.A. de C.V.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	CMX411R (CEMEX DC301)
Número de títulos opcionales	325,000
Prima de emisión	NS 9.22
Precio de ejercicio	NS 48.00
Monto total de la emisión	NS 3,001,110.00
Fecha de emisión	12 de mayo de 1993
Fecha de liquidación	14 de mayo de 1993
Plazo de vigencia	12-May-1993 al 11-Nov-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	11 de noviembre de 1994
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" de Cemex, S.A.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 500 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 50% del precio de ejercicio.
Agente colocador	Acciones y Valores de México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Banamex-Accival.
Representante común	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	CMX412R (CEMEX DC302)
Número de títulos opcionales	638,000
Prima de emisión	NS 9.408
Precio de ejercicio	NS 49.00
Monto total de la emisión	NS 6,002,304.00
Fecha de emisión	22 de junio de 1993
Fecha de liquidación	24 de junio de 1993
Plazo de vigencia	22-Jun-1993 al 22-Dic-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	22 de diciembre de 1994
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" de Cemex, S.A.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 500 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 50% del precio de ejercicio.
Agente colocador	Acciones y Valores de México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Banamex-Accival.
Representante común	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero GBM Atlántico.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	CMX504R (CEMEX DC303)
Número de títulos opcionales	1,000,000
Prima de emisión	NS 14.022
Precio de ejercicio	NS 60.700
Monto total de la emisión	NS 14,021,700.00
Fecha de emisión	14 de octubre de 1993
Fecha de liquidación	18 de octubre de 1993
Plazo de vigencia	14-Oct-1993 al 12-Abr-1995, inclusive
Periodo de ejercicio	12 de abril de 1995
Valores de referencia	Acciones de la serie "A" de Cemex, S.A.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 1,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 75% del precio de ejercicio.
Agente colocador	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.
Representante común	Banco Nacional de México, S.A. de C.V., División Fiduciaria.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	CMX505R (CEMEX DC304)
Número de títulos opcionales	1,200,000
Prima de emisión	NS 16.843
Precio de ejercicio	NS 72.600
Monto total de la emisión	NS 20, 211,600.00
Fecha de emisión	10 de noviembre de 1993
Fecha de liquidación	12 de noviembre de 1993
Plazo de vigencia	10-Nov-1993 al 10-May-1995, inclusive
Periodo de ejercicio	10 de mayo de 1995
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" de Cemex, S.A.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 1,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 75% del precio de ejercicio.
Agente colocador	Probursa, S.A. de C.V.
Representante común	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero GBM Atlántico.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	CMX412A (CEMEX DC305)
Número de títulos opcionales	1,000,000
Prima de emisión	NS 27.98
Precio de ejercicio	NS 89.00
Monto total de la emisión	NS 27,980,000.00
Fecha de emisión	9 de diciembre de 1993
Fecha de liquidación	13 de diciembre de 1993
Plazo de vigencia	9-Dic-1993 al 7-Dic-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" de Cemex, S.A.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 1,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo
Agente colocador	InverMéxico, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo InverMéxico.
Representante común	Inversora Bursátil, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Inbursa.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	CMX406A (CEMEX EC301)
Número de títulos opcionales	500,000
Prima de emisión	NS 9.100
Precio de ejercicio	NS 45.50
Monto total de la emisión	NS 4,550,000.00
Fecha de emisión	14 de junio de 1993
Fecha de liquidación	16 de junio de 1993
Plazo de vigencia	14-Jun-1993 al 14-Jun-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" de Cemex, S.A.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 100 títulos.
Forma de liquidación	En especie
Agente colocador	Casa de Bolsa Inverlat, S.A. de C.V., Grupo Financiero Inverlat.
Representante común	Invex Casa de Bolsa, S.A. de C.V.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	CMX408A (CEMEX EC302)
Número de títulos opcionales	500,000
Prima de emisión	NS 11.15
Precio de ejercicio	NS 55.60
Monto total de la emisión	NS 5,575,000.00
Fecha de emisión	12 de agosto de 1993
Fecha de liquidación	16 de agosto de 1993
Plazo de vigencia	12-Ago-1993 al 12-Ago-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" emitidas por Cemex, S.A.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 100 títulos.
Forma de liquidación	En especie
Agente colocador	Casa de Bolsa Inverlat, S.A. de C.V., Grupo Financiero Inverlat.
Representante común	Invex Casa de Bolsa, S.A. de C.V.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	DSC504R (DESC DC301)
Número de títulos opcionales	1,500,000
Prima de emisión	NS 3.139
Precio de ejercicio	NS 13.95
Monto total de la emisión	NS 4,708,200.00
Fecha de emisión	14 de octubre de 1993
Fecha de liquidación	18 de octubre de 1993
Plazo de vigencia	14-Oct-1993 al 12-Abr-1995, inclusive
Periodo de ejercicio	12 de abril de 1995
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" de Desc. Sociedad de Fomento Industrial, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 2,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 75% del precio de ejercicio.
Agente colocador	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.
Representante común	Banco Nacional de México, S.A. de C.V., División Fiduciaria.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	DSC501A (DESC EC301)
Número de títulos opcionales	1,500,000
Prima de emisión	NS 4.115
Precio de ejercicio	NS 13.95
Monto total de la emisión	NS 6,172,950.00
Fecha de emisión	14 de octubre de 1993
Fecha de liquidación	18 de octubre de 1993
Plazo de vigencia	14-Oct-1993 al 12-Ene-1995, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" de Desc. Sociedad de Fomento Industrial, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 2,000 títulos.
Forma de liquidación	En especie
Agente colocador	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.
Representante común	Banco Nacional de México, S.A. de C.V., División Fiduciaria.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	FEM502R (FEMSA DC301)
Número de títulos opcionales	3,250,000
Prima de emisión	NS 3.036
Precio de ejercicio	NS 13.20
Monto total de la emisión	NS 9,867,000.00
Fecha de emisión	5 de agosto de 1993
Fecha de liquidación	9 de agosto de 1993
Plazo de vigencia	5-Ago-1993 al 1-Feb-1995, inclusive
Periodo de ejercicio	1 de febrero de 1995
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" emitidas por Fomento Económico Mexicano, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 1,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 75% del precio de ejercicio.
Agente colocador	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.
Representante común	Banco Nacional de México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Banamex-Accival.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	FEM408A (FEMSA DC302)
Número de títulos opcionales	1,720,000
Prima de emisión	NS 3.460
Precio de ejercicio	NS 15.05
Monto total de la emisión	NS 5,951,200.00
Fecha de emisión	25 de agosto de 1993
Fecha de liquidación	27 de agosto de 1993
Plazo de vigencia	25-Ago-1993 al 26-Ago-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" emitidas por Fomento Económico Mexicano, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 2,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 40% del precio de ejercicio.
Agente colocador	Operadora de Bolsa Serfin, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Serfin.
Representante común	Valores Finamex, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Promex-Finamex.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	GCA502R (GCARSO DC301)
Número de títulos opcionales	2,250,000
Prima de emisión	NS 4.439
Precio de ejercicio	NS 19.30
Monto total de la emisión	NS 9,987,750.00
Fecha de emisión	5 de agosto de 1993
Fecha de liquidación	9 de agosto de 1993
Plazo de vigencia	5-Ago-1993 al 1-Feb-1995, inclusive
Periodo de ejercicio	1 de febrero de 1995
Valores de referencia	Acciones de la serie "A1" emitidas por Grupo Carso, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 1,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 75% del precio de ejercicio.
Agente colocador	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero GBM Atlántico.
Representante común	Banco Nacional de México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Banamex-Accival.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	GCA501A (GCARSO DC302)
Número de títulos opcionales	2,500,000
Prima de emisión	NS 9.75
Precio de ejercicio	NS 31.75
Monto total de la emisión	NS 24,375,000.00
Fecha de emisión	9 de diciembre de 1993
Fecha de liquidación	13 de diciembre de 1993
Plazo de vigencia	9-Dic-1993 al 10-Ene-1995, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "A1" emitidas por Grupo Carso, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 1,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo
Agente colocador	InverMéxico, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo InverMéxico.
Representante común	Inversora Bursátil, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Inbursa.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	GCA501A (GCARSO EC301)
Número de títulos opcionales	3,500,000
Prima de emisión	NS 6.600
Precio de ejercicio	NS 31.40
Monto total de la emisión	NS 23, 100,000.00
Fecha de emisión	10 de diciembre de 1993
Fecha de liquidación	14 de diciembre de 1993
Plazo de vigencia	10-Dic-1993 al 10-Ene-1995, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "A1" de Grupo Carso, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 2,000 títulos.
Forma de liquidación	En especie
Agente colocador	Inversora Bursátil, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Inbursa.
Representante común	InverMéxico, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo InverMéxico.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	GIG408R (GIGANTE DC301)
Número de títulos opcionales	8,030,000
Prima de emisión	NS 0.374
Precio de ejercicio	NS 2.46
Monto total de la emisión	NS 3,003,220.00
Fecha de emisión	25 de agosto de 1993
Fecha de liquidación	27 de agosto de 1993
Plazo de vigencia	25-Ago-1993 al 25-Ago-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	25 de agosto de 1994
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" emitidas por Empresas Grupo Gigante, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 10,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 40% del precio de ejercicio.
Agente colocador	Acciones y Valores de México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. Banamex-Accival.
Representante común	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	GVI506R (GVIDEO DC301)
Número de títulos opcionales	25,000,000
Prima de emisión	NS 0.590
Precio de ejercicio	NS 2.730
Monto total de la emisión	NS 14,750,000.00
Fecha de emisión	15 de diciembre de 1993
Fecha de liquidación	17 de diciembre de 1993
Plazo de vigencia	15-Dic-1993 al 13-Jun-1995, inclusive
Periodo de ejercicio	13 de junio de 1995
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" de Grupo Video Visa, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 10,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 40% del precio de ejercicio.
Agente colocador	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa.
Representante común	Banco Nacional de México, S.A. de C.V., División Fiduciaria.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	ICA408R (ICA DC301)
Número de títulos opcionales	338,000
Prima de emisión	NS 8.892
Precio de ejercicio	NS 58.50
Monto total de la emisión	NS 3,005,496.00
Fecha de emisión	25 de agosto de 1993
Fecha de liquidación	27 de agosto de 1993
Plazo de vigencia	25-Ago-1993 al 25-Ago-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	25 de agosto de 1994
Valores de referencia	Acciones emitidas por ICA, Sociedad Controladora, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 1,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 40% del precio de ejercicio.
Agente colocador	Acciones y Valores de México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. Banamex-Accival.
Representante común	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	ICA411A (ICA DC302)
Número de títulos opcionales	360,000
Prima de emisión	NS 13.44
Precio de ejercicio	NS 68.90
Monto total de la emisión	NS 4,838,400.00
Fecha de emisión	23 de noviembre de 1993
Fecha de liquidación	25 de noviembre de 1993
Plazo de vigencia	23-Nov-1993 al 24-Nov-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones emitidas por ICA, Sociedad Controladora, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 1,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo
Agente colocador	Operadora de Bolsa Serfin, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Serfin.
Representante común	Valores Finamex, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Promex-Finamex.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	LVP504R (LIVEPOL DC301)
Número de títulos opcionales	10,500,000
Prima de emisión	NS 0.955
Precio de ejercicio	NS 4.100
Monto total de la emisión	NS 10,030,650.00
Fecha de emisión	14 de octubre de 1993
Fecha de liquidación	18 de octubre de 1993
Plazo de vigencia	14-Oct-1993 al 12-Abr-1995, inclusive
Periodo de ejercicio	12 de abril de 1995
Valores de referencia	Acciones de la serie "C-1" del Puerto de Liverpool, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 10,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 75% del precio de ejercicio.
Agente colocador	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.
Representante común	Banco Nacional de México, S.A. de C.V., División Fiduciaria.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	MSC410A (MASECA DC301)
Número de títulos opcionales	8,800,000
Prima de emisión	NS 0.811
Precio de ejercicio	NS 3.380
Monto total de la emisión	NS 7,136,800.00
Fecha de emisión	19 de octubre de 1993
Fecha de liquidación	21 de octubre de 1993
Plazo de vigencia	19-Oct-1993 al 20-Oct-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "B" de Grupo Industrial Maseca, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 10,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo
Agente colocador	Operadora de Bolsa Serfin, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Serfin.
Representante común	Valores Finamex, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Promex-Finamex.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	TMM411R (TMM DC301)
Número de títulos opcionales	1,600,000
Prima de emisión	NS 5.842
Precio de ejercicio	NS 25.40
Monto total de la emisión	NS 9,347,200.00
Fecha de emisión	28 de mayo de 1993
Fecha de liquidación	1 de junio de 1993
Plazo de vigencia	28-May-1993 al 24-Nov-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	24 de noviembre de 1994
Valores de referencia	Acciones de la serie "A" emitidas por Transportación Marítima Mexicana, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 500 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 75% del precio de ejercicio.
Agente colocador	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.
Representante común	Banco Nacional de México, S.A. de C.V., División Fiduciaria.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	TMM412A (TMM DC302)
Número de títulos opcionales	500,000
Prima de emisión	NS 7.390
Precio de ejercicio	NS 35.20
Monto total de la emisión	NS 3,695,000.00
Fecha de emisión	9 de diciembre de 1993
Fecha de liquidación	13 de diciembre de 1993
Plazo de vigencia	9-Dic-1993 al 9-Dic-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "L" emitidas por Transportación Marítima Mexicana, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 2,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo
Agente colocador	Interacciones Casa de Bolsa, S.A. de C.V., Grupo Interacciones.
Representante común	Valores Mexicanos, Casa de Bolsa, S.A. de C.V.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	TMX404A (TELMEX* L DC201)
Número de títulos opcionales	435,000
Prima de emisión	NS 44.225
Precio de ejercicio	NS 152.50
Monto total de la emisión	NS 19,237,875.00
Fecha de emisión	21 de octubre de 1992
Fecha de liquidación	26 de octubre de 1992
Plazo de vigencia	21-Oct-1992 al 22-Abr-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil dentro del plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "L" emitidas por Teléfonos de México, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 150 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo
Agente colocador	Acciones y Valores de México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. Banamex-Accival.
Representante común	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	TMX410A (TELMEX* L DC301)
Número de títulos opcionales	10,000,000
Prima de emisión	NS 1.725
Precio de ejercicio	NS 8.80
Monto total de la emisión	NS 17,250,000.00
Fecha de emisión	7 de mayo de 1993
Fecha de liquidación	11 de mayo de 1993
Plazo de vigencia	7-May-1993 al 21-Oct-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones de la serie "L" de Teléfonos de México, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 1,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo
Agente colocador	InverMéxico, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero InverMéxico.
Representante común	Inversora Bursátil, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Inbursa.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	TMX408R (TELMEX DC302)
Número de títulos opcionales	2,374,000
Prima de emisión	NS 1.264
Precio de ejercicio	NS 7.950
Monto total de la emisión	NS 3,000,736.00
Fecha de emisión	10 de agosto de 1993
Fecha de liquidación	12 de agosto de 1993
Plazo de vigencia	10-Ago-1993 al 10-Ago-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	10 de agosto de 1994
Valores de referencia	Acciones de la serie "L" emitidas por Teléfonos de México, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 2,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 40% del precio de ejercicio.
Agente colocador	Acciones y Valores de México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. Banamex-Accival.
Representante común	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	TMX408R (TELMEX DC303)
Número de títulos opcionales	2,480,000
Prima de emisión	NS 1.220
Precio de ejercicio	NS 7.620
Monto total de la emisión	NS 3,025,600.00
Fecha de emisión	5 de noviembre de 1993
Fecha de liquidación	9 de noviembre de 1993
Plazo de vigencia	5-Nov-1993 al 17-Ago-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	17 de agosto de 1994
Valores de referencia	Acciones de la serie "L" emitidas por Teléfonos de México, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 5,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 40% del precio de ejercicio.
Agente colocador	Acciones y Valores de México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa; G. F. Banamex-Accival.
Representante común	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	TMX505R (TELMEX* L DC304)
Número de títulos opcionales	8,000,000
Prima de emisión	NS 1.851
Precio de ejercicio	NS 8.12
Monto total de la emisión	NS 14,808,000.00
Fecha de emisión	10 de noviembre de 1993
Fecha de liquidación	12 de noviembre de 1993
Plazo de vigencia	10-Nov-1993 al 10-May-1995, inclusive
Periodo de ejercicio	10 de mayo de 1995
Valores de referencia	Acciones de la serie "L" emitidas por Teléfonos de México, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 5,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 75% del precio de ejercicio.
Agente colocador	Probrusa, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Probrusa.
Representante común	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	TOL408R (TTOLMEX DC302)
Número de títulos opcionales	642,000
Prima de emisión	NS 4.675
Precio de ejercicio	NS 29.40
Monto total de la emisión	NS 3,001,350.00
Fecha de emisión	17 de agosto de 1993
Fecha de liquidación	19 de agosto de 1993
Plazo de vigencia	17-Ago-1993 al 17-Ago-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	17 de agosto de 1994
Valores de referencia	Acciones de la serie "B2" emitidas por Tolmex, S.A. de C.V.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 2,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo, sin que el valor intrínseco exceda del 40% del precio de ejercicio.
Agente colocador	Acciones y Valores de México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. Banamex-Accival.
Representante común	GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, G. F. GBM Atlántico.

Tipo de valor	WA
Clave de cotización	VTR408A (VITRO DC301)
Número de títulos opcionales	2,000,000
Prima de emisión	NS 2.560
Precio de ejercicio	NS 20.30
Monto total de la emisión	NS 5,120,000.00
Fecha de emisión	11 de agosto de 1993
Fecha de liquidación	13 de agosto de 1993
Plazo de vigencia	11-Ago-1993 al 12-Ago-1994, inclusive
Periodo de ejercicio	Cualquier día hábil durante el plazo de vigencia.
Valores de referencia	Acciones emitidas por Vitro, S.A.
Número mínimo a ejercer	1 lote, que inicialmente es de 1,000 títulos.
Forma de liquidación	En efectivo.
Agente colocador	Operadora de Bolsa Serfin, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Serfin.
Representante común	Valores Finamex, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Promex-Finamex.

No obstante, fue necesario excluir algunos datos con el objeto de mejorar la calidad del estudio, particularmente en el sentido de la volatilidad implícita. Es así como se consideró pertinente eliminar aquellos warrants con vencimientos muy cercanos y con rendimiento limitado, llamados en la generalidad como “warrants topados”. Lo último debido a que la mecánica de valuación de estos instrumentos difiere de la presentada, y las volatilidades implícitas obtenidas a partir de éste tipo de instrumentos con el procedimiento convencional serían poco confiables.

Ahora bien, a partir de estos datos se obtuvieron los precios teóricos para cada uno de los títulos opcionales en análisis, tanto bajo el modelo Black & Scholes, como mediante el modelo SRCEV. Cabe mencionar que en cada uno de los casos la volatilidad considerada fue la volatilidad futura, misma que bajo las circunstancias del análisis es una volatilidad realizada dado que las cotizaciones de los valores subyacentes fueron recopiladas hasta el vencimiento de cada uno de los warrants.

3.3.2 Metodología

Una vez que se generaron los resultados correspondientes a cada modelo (Black & Scholes y SRCEV) para cada warrant y a lo largo de su periodo de vigencia, éstos fueron comparados contra el mercado a través de diversos procedimientos con la finalidad de obtener resultados que reflejaran la superioridad valuatoria de alguno de ellos.

Primeramente se obtuvieron las diferencias absolutas -tanto monetariamente como porcentualmente- entre la variación de los precios calculados con cada modelo respecto a los precios del mercado. Es decir:

$$\left| W_{BS} - W_M \right| \qquad \qquad \qquad \left| W_{SRCEV} - W_M \right|$$

y

$$\left| W_{BS} - W_M \right| / W_M \qquad \qquad \qquad \left| W_{SRCEV} - W_M \right| / W_M$$

donde

W_{BS}	Precio del warrant calculado con el modelo Black & Scholes.
W_{SRCEV}	Precio del warrant calculado mediante el modelo SRCEV.
W_M	Precio de mercado del título opcional.

Las primeras diferencias nos permitieron detectar la heterogeneidad en pesos en que incurria cada modelo respecto al mercado y, de igual forma, las segundas lo hicieron en términos estándares.

En este mismo sentido se calcularon las diferencias de las diferencias mencionadas, de donde una diferencia positiva indicaría que la brecha entre los precios Black & Scholes respecto al mercado sería mayor que la respectiva del modelo SRCEV. Obviamente, una diferencia negativa implicaría que la disparidad sería menor para el modelo Black & Scholes.

A la par de estos datos se determinó el porcentaje en el dinero para cada título opcional y también durante su período de análisis. Mismo que estuvo dado básicamente por $\frac{S - X}{X}$, dado que la muestra consistió únicamente de warrants de compra. Este cálculo fue muy importante en la definición de resultados, ya que se sabe que el comportamiento de los modelos bajo condiciones Dentro-del-Dinero no es el mismo que Fuera o En-el-Dinero.

Para describir con más detalle lo anterior, a continuación se presenta un caso individual mediante el cual iremos ejemplificando lo llevado a cabo con todos los demás warrants que integraron el análisis.

Por el momento basta mencionar únicamente que el bien subyacente del título opcional es Comerc B y su fecha de vencimiento es el 20 de octubre de 1994, por lo que se tienen 42 fechas semanales de observación considerando que el período de estudio comienza el 31 de diciembre de 1993. La tabla 3-4 muestra, además de los precios obtenidos a partir del mercado para este warrant y los precios generados mediante los modelos (Black & Scholes y SRCEV), los conceptos antedichos.

Situándonos en la segunda fecha (7 enero 1994) se tiene en la quinta columna un 2.6223, cifra que indica que en ese momento el precio Black & Scholes difirió del precio del mercado en NS2.62 aproximadamente. Mientras que para el modelo SRCEV esta distancia era de tan sólo NS0.53.

La siguiente columna de *diferencias* plasma concretamente lo antedicho, pues nos expone que el modelo SRCEV estuvo en aproximadamente NS2.08 más cerca del mercado que la fórmula Black-Scholes. Si recordamos, para este caso el obtener diferencias negativas implicaba que, a diferencia de lo que proponemos, los precios Black & Scholes ajustan mejor al mercado que los precios del modelo alternativo. De ahí que tal como podemos apreciar, del 6/mayo/94 al 2/sept/94 se experimentaron diferencias negativas: no obstante, el promedio de las 42 diferencias observadas es un número positivo. Esto se explica por el hecho de que, si bien el 50% de estas diferencias son negativas, estas son menores en magnitud al otro 50% de observaciones positivas.

Paralelamente con estas diferencias monetarias se presentan, en las columnas 8 y 9, las diferencias porcentuales de los precios de los modelos frente al mercado; aunado a su diferencia respectiva. De esta forma se presentan cifras más estándares, ya que el promedio de las diferencias monetarias de NS0.75 probablemente no signifique nada hasta no conocer el nivel de precios del warrant; a diferencia de un promedio del 53.01% para el que su sola presencia ofrece una idea de la brecha entre el mercado y los modelos.

Curiosamente, buena parte de los datos que arrojaron diferencias monetarias y porcentuales negativas, se encontraban Fuera-del-Dinero, en otras palabras, para dichos números se podía observar un signo negativo en la columna de *porcentaje en el dinero*. Esta implicación se podrá estudiar más claramente con la gráfica generada a partir de las diferencias porcentuales no absolutas entre los modelos y el mercado.

Otro mecanismo de análisis se apoyó en el coeficiente de correlación, el cual fue calculado, en primer plano, entre W_{BS} y W_M así como W_{SRCEV} y W_M , tratando de encontrar un mayor grado de asociación lineal entre el mercado y los precios SRCEV. No obstante, también se obtuvieron los coeficientes de correlación entre los precios de cada modelo y el porcentaje en el dinero, entre los mismos modelos y entre el mercado y el porcentaje en el dinero.

Fecha	Warrant Ultimo \$	Black & Scholes	Cox SRCEI	$ W_{BS}-W_M $	$ W_{SRCEI}-W_M $	Diferencias	$ W_{BS}-W_M $	$ W_{SRCEI}-W_M $	Diferencias	Porcentaje en el dinero
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	W_M (8)	W_M (9)	(10)	(11)
31-dic-93	1.47	4.1762	2.1014	2.7062	0.6314	2.07486	1.84096	0.42949	1.41147	0.0482
7-ene-94	1.60	4.2223	2.1326	2.6223	0.5326	2.08965	1.63891	0.33288	1.30603	0.0579
14-ene-94	1.32	3.9088	1.8955	2.5888	0.5755	2.01337	1.96123	0.43595	1.52528	-0.0032
21-ene-94	1.55	4.3136	2.2014	2.7636	0.6514	2.11225	1.78299	0.42025	1.36274	0.0772
28-ene-94	1.70	4.6812	2.4958	2.9812	0.7958	2.18546	1.75367	0.46811	1.28557	0.1479
4-feb-94	1.86	4.9960	2.7488	3.1360	0.8888	2.24719	1.68604	0.47788	1.20817	0.2090
11-feb-94	1.74	4.7376	2.5280	2.9976	0.7880	2.20966	1.72277	0.45285	1.26992	0.1608
18-feb-94	1.50	4.2929	2.1655	2.7929	0.6655	2.12745	1.86197	0.44367	1.41830	0.0772
25-feb-94	1.28	3.8090	1.8020	2.5290	0.5220	2.00696	1.97575	0.40781	1.56794	-0.0161
4-mar-94	1.45	3.8014	1.7999	2.3514	0.3499	2.00151	1.62166	0.24130	1.38035	-0.0161
11-mar-94	1.35	3.6220	1.6712	2.2720	0.3212	1.95085	1.68299	0.23792	1.44507	-0.0514
18-mar-94	1.35	3.3312	1.4716	1.9812	0.1216	1.85960	1.46758	0.09010	1.37748	-0.1093
25-mar-94	1.30	3.5268	1.6007	2.2268	0.3007	1.92614	1.71293	0.23128	1.48165	-0.0675
1-abr-94	1.30	3.5133	1.5942	2.2133	0.2942	1.91912	1.70251	0.22627	1.47624	-0.0707
8-abr-94	1.20	3.1365	1.3465	1.9365	0.1465	1.78998	1.61377	0.12212	1.49165	-0.1479
15-abr-94	0.80	2.9427	1.2264	2.1427	0.4264	1.71631	2.67839	0.53300	2.14539	-0.1865
22-abr-94	0.80	3.2090	1.4062	2.4090	0.6062	1.80274	3.01119	0.75776	2.25343	-0.1318
29-abr-94	1.00	3.4096	1.5366	2.4096	0.5366	1.87300	2.40959	0.53659	1.87300	-0.0900
6-may-94	1.00	0.3170	0.0669	0.6830	0.9331	-0.25013	0.68295	0.93309	-0.25013	-0.1318
13-may-94	1.00	0.3306	0.0780	0.6694	0.9220	-0.25260	0.66937	0.92196	-0.25260	-0.1190
20-may-94	1.00	0.5013	0.2153	0.4987	0.7847	-0.28601	0.49873	0.78474	-0.28601	-0.0611
27-may-94	0.90	0.5553	0.2799	0.3447	0.6201	-0.27533	0.38305	0.68898	-0.30593	-0.0354
3-jun-94	0.90	0.5181	0.2416	0.3819	0.6584	-0.27655	0.42433	0.73160	-0.30727	-0.0418
10-jun-94	0.80	0.4113	0.1433	0.3887	0.6567	-0.26807	0.48582	0.82091	-0.33509	-0.0706
17-jun-94	0.80	0.2390	0.0353	0.5610	0.7647	-0.20372	0.70120	0.95585	-0.25465	-0.1289
24-jun-94	0.80	0.1378	0.0077	0.6622	0.7923	-0.13010	0.82779	0.99042	-0.16263	-0.1645
1-jul-94	0.80	0.1511	0.0110	0.6489	0.7890	-0.14008	0.81118	0.98627	-0.17510	-0.1451
8-jul-94	0.80	0.1481	0.0103	0.6519	0.7897	-0.13780	0.81488	0.98713	-0.17225	-0.1451
15-jul-94	0.80	0.1502	0.0108	0.6498	0.7892	-0.13946	0.81223	0.98656	-0.17433	-0.1418
22-jul-94	0.80	0.1775	0.0179	0.6225	0.7821	-0.15960	0.77814	0.97764	-0.19951	-0.1256
29-jul-94	0.78	0.3452	0.1119	0.4348	0.6681	-0.23327	0.55742	0.85648	-0.29906	-0.0544
5-ago-94	0.80	0.4154	0.1904	0.3846	0.6096	-0.22504	0.48073	0.76202	-0.28129	-0.0193
12-ago-94	0.70	0.3937	0.1734	0.3063	0.5266	-0.22023	0.43760	0.75222	-0.31462	-0.0193
19-ago-94	0.72	0.6247	0.4405	0.0953	0.2795	-0.18424	1.13231	0.38820	-0.25590	0.0450
26-ago-94	1.00	0.4558	0.2608	0.5442	0.7392	-0.19501	0.54422	0.73924	-0.19501	0.0129
2-sep-94	0.60	0.3584	0.1598	0.2416	0.4402	-0.19863	0.40261	0.73366	-0.33105	-0.0096
9-sep-94	0.58	0.5282	0.3621	0.0518	0.2179	-0.16614	0.08925	0.37569	-0.28645	0.0386
16-sep-94	0.65	0.6002	0.4683	0.0498	0.1817	-0.13192	0.07664	0.27960	-0.20296	0.0611
23-sep-94	1.02	1.0632	1.0199	0.0432	0.0001	0.04312	0.04238	0.00010	0.04228	0.1543
30-sep-94	1.05	1.0678	1.0640	0.0178	0.0140	0.00376	0.01695	0.01337	0.00358	0.1640
7-oct-94	0.90	0.7002	0.6894	0.1998	0.2106	-0.01084	0.22196	0.23401	0.01204	0.1061
14-oct-94	0.90	0.8000	0.7949	0.1000	0.1051	-0.00511	0.11109	0.11677	-0.00568	0.1254
ROMEDIO				1.29267	0.53402	0.75865	1.07447	0.54433	0.53014	

Tabla 3-4. Observaciones y diferencias para los precios teóricos y de mercado del caso analizado (Comercio B).

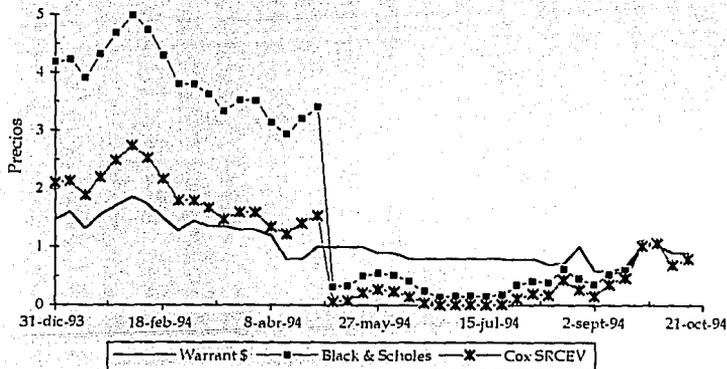
Para nuestro ejemplo los coeficientes de correlación fueron los siguientes:

Series	ρ	Series	ρ
W_{BS} vs. W_M	0.87669	W_{BS} vs. PED*	0.33036
W_{SRCEV} vs. W_M	0.89477	W_{SRCEV} vs. PED	0.50302
W_{SRCEV} vs. W_{BS}	0.97906	W_M vs. PED	0.45962

* PED se refiere al porcentaje en el dinero

Vale la pena observar que en este caso el grado de asociación lineal entre el mercado y los modelos es alto, si bien el correspondiente al modelo SRCEV es ciertamente mayor. Además es evidente la correlación entre los mismos modelos, misma que está cerca del máximo valor que puede tomar dicho coeficiente. Por otra parte, es lógica la posibilidad de esperar una correlación positiva entre W_M y PED, debido a que generalmente aquellos warrants que se encuentran Dentro-del-Dinero son generalmente más caros que los que se ubican en la condición Fuera-del-Dinero.

En conjunción con lo anterior y para observar claramente la tendencia de los modelos se graficaron, a lo largo del periodo de vigencia, W_M , W_{BS} y W_{SRCEV} . Esto fue de gran utilidad para el análisis ya que en algunos casos el coeficiente de correlación, contrario a lo que se esperaba, era mayor entre el mercado y el modelo Black & Scholes; sin embargo, la gráfica mostraba una menor brecha en relación a los precios SRCEV.



Gráfica 3-11. Precios teóricos y de mercado para un título opcional sobre Comerci B.

Donde Warrant Ultimo S se refiere al precio último del mercado, asimismo Black & Scholes y Cox SRCEV denotan a los precios que generan cada uno de los modelos respectivos. En este caso no se graficó el porcentaje en el dinero pues quisimos exponer de una manera más clara la comparación entre los precios, y dicha serie de datos entorpecía dicha percepción; no obstante en el anexo correspondiente se le puede encontrar tal y como se mencionaba.

Es así como se corrobora el mayor grado de asociación lineal presentado por el modelo SRCEV respecto al mercado, en relación a los precios Black & Scholes. Claramente se puede observar cómo la distancia del Black & Scholes en relación a los precios de mercado es mayor que la correspondiente al SRCEV cuando el vencimiento es aparentemente lejano (aproximadamente hasta el 27 de mayo de 1994). En este caso podemos decir que ambos modelos sobrevalúan al mercado, aunque podemos agregar que el Black & Scholes muestra una mayor sobrevaluación que el SRCEV. Por el contrario, cuando el vencimiento del contrato se acerca, ambos modelos subvalúan al mercado y, aunque el SRCEV expone una mayor subvaluación, en términos de magnitudes, dicha subvaluación es menor que la sobrevaluación presentada por los precios del modelo Black & Scholes.

Adicionalmente se llevó a cabo un análisis de varianza, fundamentalmente con el objetivo de probar, de manera significativa, que el promedio de las variaciones absolutas en pesos entre la fórmula Black & Scholes y el mercado era distinto del promedio entre las respectivas variaciones del modelo SRCEV. Lo cual sería la base para después intentar demostrar que la dispersión de dichas variaciones era mayor para el modelo Black & Scholes que para el modelo alternativo. El estadístico que proporciona el análisis de varianza es:

$$F = \frac{CMT}{CME}$$

mismo que enfrenta a la hipótesis nula $H_0: \mu_{BS} = \mu_{SRCEV}$ en contra la hipótesis alterna de que $H_a: \mu_{BS} \neq \mu_{SRCEV}$. Y donde CMT y CME denotan al Cuadrado Medio de los Tratamientos y de los Errores, respectivamente. Los que están dados por:

$$CMT = \frac{SCT}{1} = \frac{n_1 \sum_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2}{1} \quad CME = \frac{SCE}{2n_1 - 2} = \frac{\sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{2n_1 - 2}$$

Cuando la hipótesis nula es falsa, el cuadrado medio de los tratamientos es mayor que el cuadrado medio de los errores ($CMT > CME$), entonces un valor grande de F estaría reflejando la discrepancia con dicha hipótesis. Por lo tanto la región de rechazo para un valor de α dado es:

$$RR = \{ F \geq F_{\alpha, \delta_1, \delta_2} \}$$

donde $\delta_1 = 1$ y $\delta_2 = 2n_1 - 2$ son los grados de libertad del numerador y denominador respectivamente. Asimismo, se consintió en tomar un nivel de significancia del 5% para el estudio.

Para el ejemplo, el análisis de varianza obtenido para las diferencias absolutas entre los precios modelados y los precios de mercado, se muestra a continuación:

ANOVA

Fuente de la Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Tratamientos	1	12.0864	12.0864	18.9315
Errores	82	52.3509	0.6384	
Totales	83	64.4373		

Para un nivel de significancia del 5% y dados $\delta_1=1$ y $\delta_2=82$, se tiene: $F_{\alpha, \delta_1, \delta_2} = 3.9574$. Por lo tanto, las medias de las diferencias absolutas se mostraron estadísticamente significativas.

Ahora el objetivo se reduce a comprobar que la dispersión existente entre las variaciones de los precios generados a partir del modelo SRCEV respecto a los precios del mercado es menor que la dispersión correspondiente a la fórmula Black & Scholes. Este hecho se prueba estableciendo la hipótesis nula de que las varianzas entre ambas diferencias absolutas son iguales, buscando rechazarla en favor de la hipótesis alternativa de que $|W_{BS} - W_M|$ presenta una mayor dispersión que $|W_{SRCEV} - W_M|$. Es decir, $H_0: \sigma^2_{BS} = \sigma^2_{SRCEV}$ en contra la hipótesis alterna de que $H_a: \sigma^2_{BS} > \sigma^2_{SRCEV}$. De esta forma el estadístico de la prueba fue:

$$F = \frac{s^2_{BS}}{s^2_{SRCEV}}$$

Y la región de rechazo respectiva, $RR = \{F > F_{\alpha, \delta_1, \delta_2}\}$. Donde el nivel de significancia se eligió en 5% y los grados de libertad del numerador y denominador fueron $\delta_1 = n_1 - 1$ y $\delta_2 = n_2 - 1$, respectivamente.

En el caso del ejemplo, se encontró que las varianzas de las diferencias absolutas entre los precios de cada modelo y los precios del mercado eran:

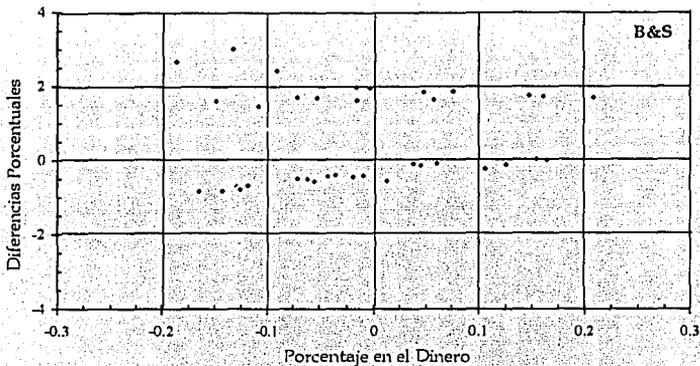
s^2_{BS}	1.20796	F	17.53409
s^2_{SRCEV}	0.06889	$F_{\alpha, \delta_1, \delta_2}$	1.681645

donde $\alpha=0.05$, $\delta_1=41$ y $\delta_2=41$.

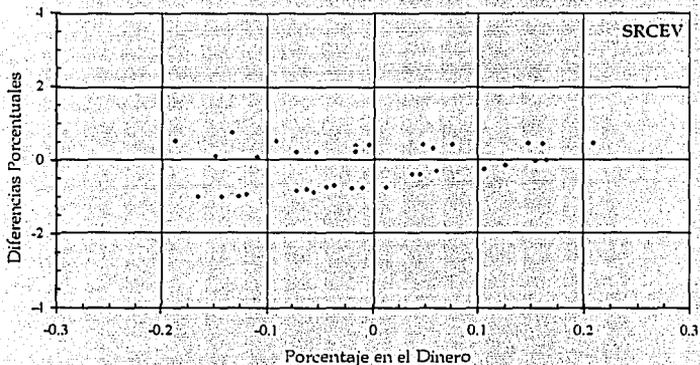
Por lo tanto, existe evidencia para afirmar que las dispersiones de las distancias entre los precios teóricos del modelo Black & Scholes y SRCEV respecto a los precios de mercado, son estadísticamente significativas.

Los análisis particulares también se acompañan de un esquema que presenta las diferencias porcentuales (no absolutas) de cada modelo con el mercado, graficadas en relación al porcentaje en el dinero. Esta gráfica permite visualizar la tendencia de cada modelo dependiendo de su condición en el dinero, dando como resultado posibles inclinaciones a generar precios por debajo de los del mercado (subvaluar) o precios mayores al mercado (sobervaluar), derivado de puntos por abajo o por arriba del nivel 0, en donde el precio del modelo iguala al precio del mercado.

En el ejemplo en cuestión (Warrant sobre Comerc B), se obtuvieron los resultados que cuyas gráficas se muestran enseguida:



Gráfica 3-12. Diferencias porcentuales entre el precio Black & Scholes y el precio de mercado dependiendo de su condición en el dinero (Comerci B).



Gráfica 3-13. Diferencias porcentuales entre el precio SRCEV y el precio de mercado dependiendo de su condición en el dinero (Comerci B).

Aunque en ambos esquemas se observa una misma tendencia a subvaluar cuando el warrant se encuentra Fuera-del-Dinero y a sobrevaluar en la condición Dentro-del-Dinero, las diferencias porcentuales que genera el modelo SRCEV muestran un menor error que aquellas generadas por la fórmula Black-Scholes. Vale la pena hacer mención que, contrario a lo que se maneja empíricamente, en este caso particular el modelo Black & Scholes no experimentó una buena aproximación en relación a los precios del mercado cuando el warrant se situó en la condición En-el-Dinero.

Finalmente diremos que las observaciones de los instrumentos analizados así como el listado de los cálculos correspondientes se exponen en el *Anexo*.

3.3.3 Resultados

En general, la información generada en el apartado anterior nos permitirá, además de exponer características comunes observables al conjunto de warrants analizados, establecer conclusiones acerca de la preferencia por uno de los modelos en conjunción con esas mismas características.

Primeramente se detectó que en el 75% de los casos, conforme el tiempo al vencimiento era distante, ambos modelos tendían a producir precios muy próximos a los del mercado, *i.e.* tanto W_{BS} , como W_{SRCEV} y W_{Δ} exponían un comportamiento análogo.

Asimismo, cuando la conclusión de la duración del warrant se encontraba próxima, generalmente W_{BS} y W_{SRCEV} mostraban un panorama de valuación muy semejante entre ellos, más que con el mismo mercado (W_M). Este hecho se puede justificar porque la cercanía del vencimiento tiene como principal implicación la posibilidad del ejercicio. Lo que hace que los negociadores de estos instrumentos busquen la adquisición de los mismos, repercutiendo en una mayor bursatilidad del derivado.

En este sentido, también pudimos advertir cómo además del tiempo al vencimiento, la condición en el dinero del título opcional era de gran influencia en su valuación. De tal forma que la mejor aproximación de los precios modelados a los precios de mercado, la presentaron aquellos warrants con vencimientos lejanos y en condiciones muy Dentro-del-Dinero. Y a medida que se acercaba la conclusión del título opcional, los modelos mostraron una tendencia a subvaluar en el 75% de los casos. Cabe resaltar que en estos casos el comportamiento de ambos modelos fue muy similar, de tal suerte que ello se corroboró al no mostrar diferencias significativas en la media y varianza de sus diferencias absolutas en pesos respecto al mercado.

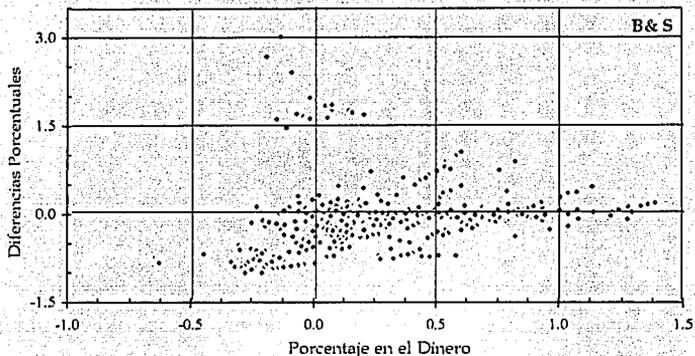
Ahora bien, conforme el instrumento se acercaba a la condición En-el-Dinero, por un lado ambos modelos subvaluaban cuando el vencimiento estaba cerca; si bien el modelo SRCEV mostró una menor dispersión en sus datos, en relación a la experimentada por Black & Scholes. Y por otro lado, cuando en esa misma condición la vida del warrant era mayor, ambos modelos tendían a aproximar al mercado, aunque con una menor variación Black & Scholes. Vale la pena añadir que el grupo, en general, no mostró diferencias significativas en relación a las medias y varianzas en 75% de los casos.

Luego, para el grupo de instrumentos que tendían a la condición Fuera-del-Dinero, distinguimos en aquéllos en los que el vencimiento era lejano, que la fórmula Black-Scholes tendía a sobrevaluar en 66% de las observaciones y, por su parte, el SRCEV tendía a subvaluar en ese mismo porcentaje. Además, conforme el vencimiento se aproximaba, ambos modelos subestimaban, pero la subvaluación de Black-Scholes era menor que la de SRCEV. Es importante señalar que en este grupo de valores, los precios del mercado manifestaron una tendencia totalmente inafectable por el porcentaje en el dinero. Es más, podríamos pensar que dada la condición Fuera-del-Dinero de dichos warrants, su bursatilidad descendió de forma considerable, ocasionando que su comportamiento fuese irregular y poco variable.

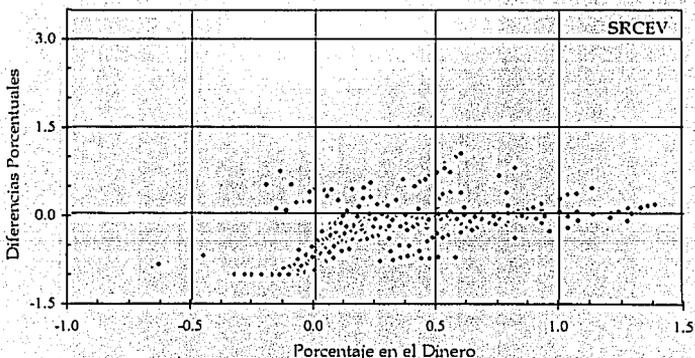
Para este último grupo, si se obtuvieron al 100% diferencias significativas en las medias y, respecto a las dispersiones, la varianza del Black & Scholes fue también significativamente mayor que la respectiva del modelo SRCEV. Lo que confirma la deficiente actuación del modelo Black & Scholes en la condición Fuera-del-Dinero.

Para apoyar los resultados generales fue calculado el promedio de todas las diferencias y correlaciones, y a ello se anexó una serie de gráficas que incluyen a todos los datos de manera agregada. Las gráficas son visualmente útiles y en ellas se expone:

- Las diferencias porcentuales (no-absolutas) de cada modelo contra el porcentaje en el dinero.
- Los precios W_{BS} y W_{SRCEV} contra W_M dependiendo de su situación en el dinero, básicamente en dos casos, Dentro-del-Dinero y Fuera-del-Dinero.



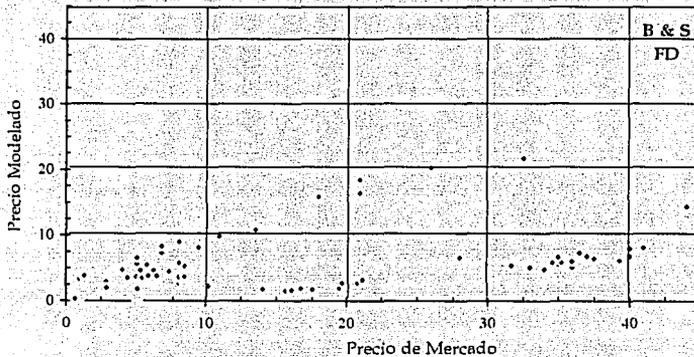
Gráfica 3-14. Diferencias porcentuales (no absolutas) entre el precio Black & Scholes y el precio de mercado dependiendo de su condición en el dinero.



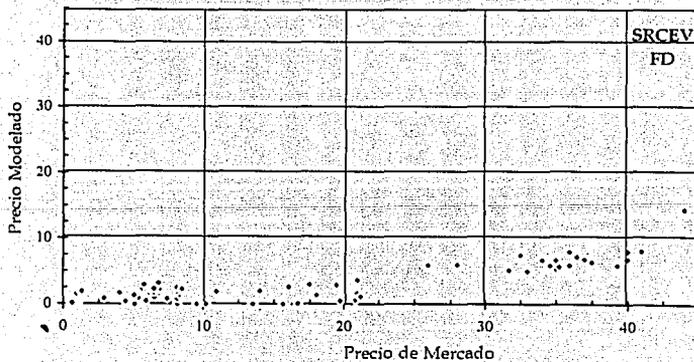
Gráfica 3-15. Diferencias porcentuales (no absolutas) entre el precio SRCEV y el precio de mercado dependiendo de su condición en el dinero.

Tal como lo habíamos mencionado, el comportamiento de ambos modelos es muy similar conforme el derivado se ubica Dentro-del-Dinero. Y a medida que se introduce cada vez más Dentro-del-Dinero, tanto W_{BS} y W_{SRCEV} tienden a igualar a W_M , aunque el modelo SRCEV con un menor error.

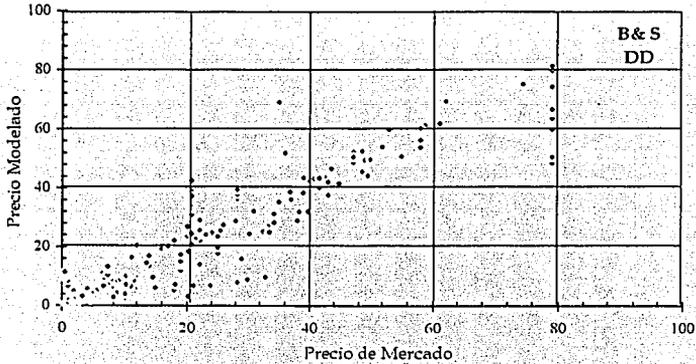
Cerca de la condición En-el-Dinero, el modelo Black & Scholes es casi exacto, y no así el SRCEV. Por último, para los warrants Fuera-del-Dinero las diferencias porcentuales nos indican que los dos modelos tienden a subvaluar, aunque el modelo SRCEV muestra una menor dispersión en dicha subvaluación que la presentada por Black-Scholes.



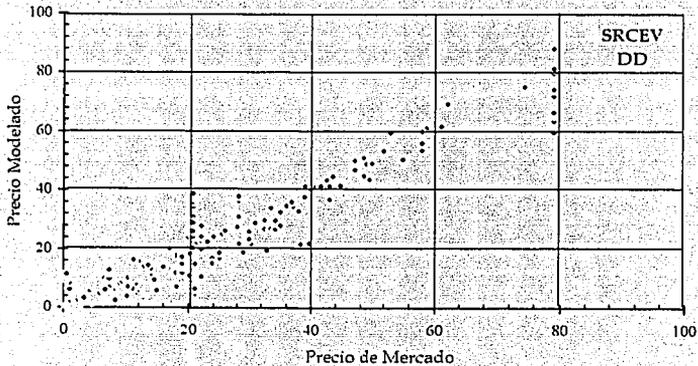
Gráfica 3-16. Precios teóricos del modelo Black & Scholes para títulos opcionales en la condición Fuera-del-Dinero (FD).



Gráfica 3-17. Precios teóricos del modelo SRCEV para títulos opcionales en la condición Fuera-del-Dinero (FD).



Gráfica 3-18. Precios teóricos del modelo Black & Scholes para títulos opcionales en la condición Dentro-del-Dinero (DD).



Gráfica 3-19. Precios teóricos del modelo SRCEV para títulos opcionales en la condición Dentro-del-Dinero (DD).

Cuando ambos modelos se encuentran Dentro-del-Dinero, podemos notar una tendencia similar por parte de los dos para aproximar al precio de mercado; sin embargo, cercanos a la zona En-el-Dinero se observa una mejor estimación de W_{BS} que de W_{SRCEV} . Aunque, es importante mencionar que para las observaciones restantes se percibe un mayor error en los precios de Black-Scholes que en los de SRCEV.

En la condición Fuera-del-Dinero, el modelo Black & Scholes muestra una propensión a igualar al mercado, no obstante su margen de error es considerable. Por su parte, el modelo

SRCEV subestima de manera importante al mercado, pero también se observa que dicha inclinación presenta un menor error.

Un patrón observado en la mayoría de los casos fue la asociación lineal alta entre W_{BS} y W_{SRCEV} , lo cual es razonable dada la derivación de los modelos. Igualmente, una cuestión curiosa fue la proximidad que mostraron entre sí los precios modelados cuando el warrant estaba cercano a su conclusión. En el 100% de los datos se observó que la brecha entre los precios de mercado con los precios Black-Scholes, así como la brecha correspondiente a los precios SRCEV, mostraban una franca tendencia a igualarse aproximadamente a partir del último mes de vida del warrant. De tal suerte que las diferencias respectivas (monetarias y porcentuales) en este periodo, estuvieron muy cercanas a cero.

También se advirtió que el modelo SRCEV mostraba una relativamente mayor sensibilidad a los cambios en el porcentaje en el dinero, respecto al modelo Black & Scholes. No obstante, en algunos de los casos contemplados el mercado no presentó una buena correspondencia con dicho porcentaje e, inclusive, se llegaron a observar relaciones inversas entre W_M y el porcentaje en el dinero. Sin embargo, intuitivamente este suceso estaría indicando que, conforme el título opcional adopta una posición Fuera-del-Dinero, el valor de su prima será mayor que si el derivado se encontrara Dentro-del-Dinero. Lo que a la luz de la teoría de valuación parecería irracional.

Un aspecto que podría conflictuar la aceptación de la hipótesis propuesta para este capítulo, es que en promedio las diferencias absolutas monetarias y porcentuales entre los modelos fueron negativas. Probablemente esto tenga que ver con que el mercado no se comportó adecuadamente durante el periodo de análisis, tal como lo confirman los factores mencionados acerca de las correlaciones negativas entre el mercado y el porcentaje en el dinero, así como la casi nula bursatilidad mostrada por los warrants en condiciones Fuera-del-Dinero.

Para concluir, creemos en principio que los resultados no son del todo favorables al modelo SRCEV, debido a que en general los participantes del mercado de títulos opcionales utilizan al modelo Black & Scholes y, por tanto, los precios del mercado reflejan sus estrategias con este modelo. Sin embargo, el examen de ambos mecanismos de valuación nos permite definir algunos puntos de interés.

Mientras que ambos modelos se desempeñaron de manera muy similar en condiciones Dentro-del-Dinero, conforme cambiaba la situación del derivado se observaron ventajas comparativas tanto para uno como para otro caso. En-el-Dinero y a corto plazo, la eficiencia corresponde al modelo SRCEV; y en el largo plazo, la ventaja es del Black-Scholes. Sin embargo, conforme el warrant se introduce Fuera-del-Dinero, la ventaja total es para el modelo de raíz cuadrada, dado el considerable error manifestado por el modelo Black & Scholes.

En base a lo anterior podemos afirmar que, de hecho, el modelo SRCEV sí representa una buena alternativa para la estimación de precios de títulos opcionales (warrants), sobre todo en aquéllos casos en condiciones Fuera-del-Dinero. No obstante, en otros casos su uso dependerá de las preferencias del inversionista y de los términos del warrant. No hay que olvidar que, finalmente ambos modelos son casos particulares de un tipo de modelo (CEV) y que, por tanto, sus resultados no podrían ser muy disímiles.

Por último, pensamos que el alcance de estos resultados fue en gran medida consecuencia de la actuación del propio mercado, mismo que para el periodo de análisis (Dic.93 - Dic.94) expuso detalles que cuestionaron su desempeño. De esta forma, es posible pensar que en este

lapso el mercado -a casi dos años de haberse instituido- no contaba con el nivel de bursatilidad suficiente para ser considerado como un mercado líquido, y que a su vez, pudiera no haber cumplido con un adecuado grado de eficiencia. De ahí que cabría la posibilidad de dejar planteada, para estudios posteriores, la determinación de la eficiencia de este mercado durante el periodo examinado y con ello confirmar o rechazar los resultados obtenidos.



CAPÍTULO IV

EL FACTOR VOLATILIDAD

En los últimos años, los participantes de los mercados financieros internacionales se han enfrentado al desconcierto provocado por los amplios movimientos en los precios de los instrumentos de inversión. Esta percepción sobre los precios —que en los últimos años se ha observado persistentemente— es, en parte, el reflejo de los niveles históricos que han alcanzado los índices, particularmente accionarios, a escala internacional. De hecho, a partir de la caída del mercado bursátil estadounidense en octubre de 1987, diversos investigadores se han dado a la tarea de estudiar mecanismos auxiliares de control sobre la volatilidad de los precios, particularmente de los títulos accionarios.

Asimismo, se han realizado estudios sobre la influencia de los mercados de derivados, especialmente de opciones y futuros, sobre la volatilidad en los mercados al contado, fundamentalmente sobre el accionario. Y aunque algunos han asociado el surgimiento de los derivados como otra fuente de volatilidad, también existen los que apoyan este tipo de mercados, aludiendo que los mismos favorecen el incremento en los volúmenes de operación y el flujo de información. En este sentido, análisis tales como los realizados por Edwards (1988), así como Lockwood y Linn (1990), se han dado a la tarea de probar la hipótesis de que la introducción de los productos derivados a los mercados bursátiles, particularmente futuros, ha observado como resultado la desestabilización de precios en los mercados al contado.² Por otro lado, autores como Friedman (1953) sugieren que la especulación de los mercados de futuros tiende a estabilizar los mercados al contado basando su argumento sobre el siguiente mecanismo. Comunmente los especuladores informados compran cuando los precios son bajos, —lo cual hace que los precios se eleven—, y venden cuando los precios son altos —provocando su descenso—. Por otro lado, los especuladores desinformados, dada su condición desventajosa, no se desempeñan eficientemente, con lo que paulatinamente irán siendo eliminados por el mercado. Otra investigación del tema que resalta por sus interesantes resultados fue la realizada por Lee y Ohk en 1992. Su estudio fue referido hacia los mercados de Australia, Hong Kong, Japón, Gran Bretaña y E.U., encontrando

¹ Entre este tipo de mecanismos se tienen: operaciones programadas, suspensión de operaciones, incrementos en los requerimientos de margen y límites sobre sistemas de operación.

² Sus estudios se concretaron al mercado accionario de E.U., en el que compararon las volatilidades antes y después del inicio de operaciones del mercado de futuros sobre acciones. Su hipótesis se basa en que: (1) Si los volúmenes de operación del mercado de acciones son desviados hacia el mercado de futuros, el consecuente decremento en la liquidez del mercado al contado podría incrementar la volatilidad de los precios, y (2) se sabe que conforme se aproxima el vencimiento de los derivados, las fluctuaciones en los precios de las acciones tienden a ampliarse.

que en la mayoría de éstos la volatilidad del mercado accionario se había incrementado significativamente después del surgimiento de los mercados futuros sobre acciones. Sin embargo, profundizando en este tema, descubrieron que los últimos hacían relativamente más eficientes a los mercados accionarios, en virtud de que los mercados de futuros asimilan más rápidamente la información. No obstante por el momento dejaremos de lado estos juicios, no por ello menos interesantes, dado el programa de trabajo que se ha establecido, y continuaremos con esta sección introductoria.

La importancia de la volatilidad para los analistas financieros se debe a varias razones. Quizás la más obvia es que el contar con estimadores de la volatilidad, conjuntamente con información acerca de las tendencias, permite evaluar la probabilidad de obtener un ingreso particular. Por ejemplo, si se está interesado en adquirir un cierto nivel de rendimiento en una fecha específica, dependiendo de la elección de una determinada estrategia de inversión, se debe estimar la volatilidad de los rendimientos para cada alternativa con el propósito de evaluar la probabilidad de alcanzar el objetivo deseado.

La predictibilidad de la volatilidad es también de utilidad en la evaluación de activos y en la administración de portafolios. Ya que, comúnmente los administradores ajustan sus portafolios disminuyendo su colocación en aquellos activos en los que se espere un incremento en su volatilidad, o empleando métodos de diversificación para cubrir dichos pronósticos. A nivel internacional lo anterior se observa primordialmente, en los mercados de derivados de opciones y futuros, donde la volatilidad del bien subyacente tiene un efecto profundo sobre el valor del derivado.

Ahora bien, la volatilidad del mercado está determinada por varios factores, entre los cuales tenemos:

- Movimientos como consecuencia de los cambios en términos macroeconómicos, tales como inflación, desempleo, política económica y cambiaria, Producto Nacional Bruto (PNB), etc.
- Inestabilidad ocasionada por la misma actividad bursátil de los inversionistas:
 - Como respuesta a cambios en la variación, por la oferta y demanda, de las acciones de una empresa particular.
 - Debido a movimientos en la estructura de capital o noticias sobre el desempeño de una empresa.
 - Por operaciones requeridas dadas las necesidades de liquidez y colocación de activos.
 - En función de actividades, por parte de los operadores, de arbitraje y para cubrir posiciones.
 - Producto de la presencia y actividad de participantes *irracionales*.

En relación a la volatilidad generada por las operaciones³, un tema interesante es si ésta es la misma cuando el mercado está abierto que cuando está cerrado⁴. Fama (1965) y Franch (1980)

³ Generalmente, en la jerga bursátil se le llama volatilidad por *trading*.

⁴ Para propósitos de su cálculo esto determina la consideración preferente de días de negociación en lugar de días de calendario, tal como se mencionará posteriormente.

realizaron estudios sobre ello; en sus muestras manejaron los datos de las acciones al cierre de cada día de operación durante un período de tiempo amplio, y calcularon:

1. La varianza de los rendimientos del precio de cada acción entre el cierre de operaciones de un día y el cierre del siguiente día negociado, cuando no intervenían días no-operables.
2. La varianza de los rendimientos del precio de cada acción entre el cierre de operaciones del viernes y del lunes, *i.e.*, con dos días no-operables intermedios.

Si los días operables y no-operables fuesen equivalentes, la varianza del segundo cálculo debería haber sido tres veces mayor que la del primero. Fama encontró que ésta era sólo 22% mayor y los resultados de French fueron similares, pues sólo fue 19% más alta. Lo cual sugiere que la volatilidad es mayor cuando el mercado se encuentra abierto que cuando está cerrado, es decir, que los precios de los títulos son más volátiles durante las horas de operaciones. Por lo tanto, si se utilizan datos diarios para medir la volatilidad, lo anterior sugiere que los días en que el mercado cierra pueden ser ignorados.

La implantación de los productos derivados dota al mercado de una alternativa de cobertura en contra de la volatilidad. De esta forma, las posiciones que se generan día a día mediante la oferta y demanda de valores al contado, en conjunción con las correspondientes en instrumentos derivados, permiten un horizonte de inversión cuyas posibilidades de pérdida y ganancia se conjuntan y programan para ofrecer al inversionista beneficios al menos sobre la tasa de interés libre de riesgo y, en caso extremo, la mínima pérdida.

4.1 Conceptos

El término *volatilidad* se refiere a una medida estadística de dispersión o variación. En el contexto de opciones y warrants, la *volatilidad* generalmente es considerada como la desviación estándar del rendimiento porcentual anualizado sobre el activo subyacente. Su importancia se hace patente por ser uno de los factores cardinales en la determinación del valor de dichos instrumentos derivados, y debido a su necesidad de ser estimada, la responsabilidad de obtener con certeza dicho valor es crucial.

Generalmente, el comportamiento del inversionista se caracteriza por su preferencia hacia los menores riesgos (si bien, se sabe que el asumir mayores niveles de riesgo, otorga la posibilidad de obtener una mayor ganancia o pérdida), y éste es el caso en el área de capitales, sin embargo, esto no se aplica en los títulos opcionales. En otras palabras, en el mercado accionario a medida que aumenta la volatilidad⁵ también se incrementan las oportunidades de

⁵ En el ámbito accionario la volatilidad no es sinónimo del concepto de "beta". La volatilidad es una medida de la variabilidad del precio del activo, mientras que la beta es una medida de la sensibilidad del mismo respecto a los movimientos del mercado. De ahí que la beta sea una medida de la parte del riesgo que no puede diversificarse. Empíricamente, cuando nos encontramos en presencia de altas volatilidades, también se tienen betas elevadas; sin embargo, esto no es una regla. Por ejemplo, los precios del oro son muy volátiles pero tienden a presentar betas bajas.

ganancia, así como las de pérdida, en el activo al aumentar o disminuir su precio, respectivamente; empero, en el caso del warrant el horizonte de ganancia de su poseedor se amplía y, suponiendo que el precio se comportara en contra de las expectativas, el riesgo de pérdida está limitado a la prima pagada por el contrato.

Según la teoría de valuación de opciones y warrants, para propósitos de cálculo del precio de dichos instrumentos, la volatilidad que debiera ser la indicada a considerar es la *volatilidad esperada*, que es la volatilidad del bien subyacente durante el tiempo convenido en el contrato del título opcional. Sin embargo, como el procedimiento para precisarla se toma muy complicado, se ha consentido en examinar en su lugar a la *volatilidad histórica* (que es la obtenida a partir de series de precios pasados), e incluso a la *volatilidad implícita* (referida como la expectativa del mercado sobre la volatilidad futura), como estimadores de esa volatilidad futura. De ahí que la obtención de un estimador de la volatilidad para calcular el precio de los warrants es un proceso complejo, y más aún, si tenemos en cuenta que el modelo generalmente empleado (modelo Black & Scholes) es muy sensible a dicho parámetro.

Es así, que uno de los objetivos del presente trabajo es demostrar la ineficiencia de la volatilidad histórica en la valuación de warrants mexicanos, y consecuentemente analizar a la volatilidad implícita como un cálculo alternativo.

A continuación se enunciarán algunos supuestos a tener en cuenta para los cálculos sobre la volatilidad y sobre los precios del bien subyacente⁶.

4.2 Consideraciones Teóricas para el Análisis de la Volatilidad

La presente sección tiene como finalidad establecer el marco teórico para el estudio que llevaremos a cabo en relación a la volatilidad. Mismo que abarca fundamentalmente tres elementos básicos:

- El supuesto de volatilidad constante.
- La asunción de que el rendimiento de los precios de las acciones se distribuye logaritmiconormalmente.
- La eficiencia del mercado.

En la valuación de warrants mediante el modelo Black and Scholes, se ha aprobado -más por generalidad que por convicción- utilizar a la desviación estándar del cambio en el logaritmo natural de precios históricos de la acción como la volatilidad observada durante la vida del contrato.

No obstante, lo anterior ha sido punto de controversias, y asimismo ha permitido que estudios como éste cobren presencia.

⁶ Tal como fue mencionado en los primeros capítulos, nos concretamos a títulos accionarios por ser el activo subyacente sobre el que se contratan los warrants listados habitualmente. Así como porque cuentan con uno de los mercados más comercializados en el país y por la disponibilidad de datos.

Por principio y tal como ya fue citado en el capítulo anterior, el modelo Black-Scholes considera que la volatilidad es constante durante el contrato del warrant. Pese a ello, se han realizado estudios que han presentado evidencia de que la volatilidad de las acciones sufre cambios a lo largo del tiempo, e incluso se ha observado que ésta varía inversamente respecto al precio de la acción⁷. Es precisamente éste hecho el que ha permitido establecer un vínculo entre el capítulo anterior y el presente, ya que en aquél se describe cómo la relación volatilidad-precio de la acción, puede ser modelada mediante el proceso general de Elasticidad Constante de la Varianza, mejor conocido como modelo CEV.

Otro aspecto que se asume en la fórmula Black-Scholes es que el rendimiento de las acciones se distribuye logaritmiconormalmente, lo cual fue descrito con detalle en el capítulo anterior. Esto significa que el logaritmo natural del precio relativo (precio final dividido por el precio inicial) sobre cualquier periodo, se distribuye normalmente con media y varianza proporcional a la longitud del periodo. Consolidemos y analicemos lo anterior desde sus bases.⁸

Es bien sabido que un logaritmo es simplemente la potencia a la cual se debe elevar la base para obtener un valor en particular. La elección de la base depende del contexto en el que se esté usando el logaritmo, generalmente en la mayoría de los ámbitos financieros la base empleada es aproximadamente 2.71828, mejor conocida como el número *e*, -en honor al famoso matemático suizo Euler-

Estos logaritmos que no son otra cosa que logaritmos naturales, cuya notación es *ln*, tienen la propiedad de ofrecernos tasas de rendimiento instantáneas. Recordemos que:

$$(1+i) = e^{\delta}$$

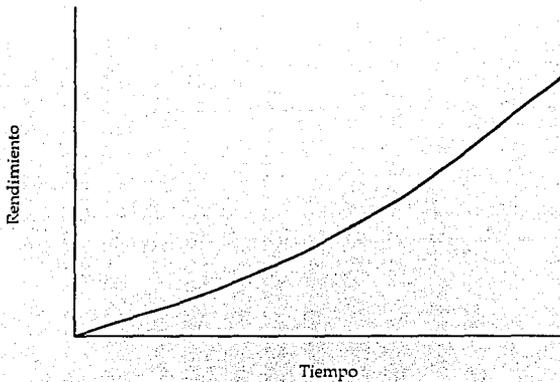
donde

- δ Tasa de retomo instantánea equivalente al rendimiento que se obtendría con una tasa efectiva de interés anual *i*. (También se conoce como fuerza de interés).

De esta forma, al invertir una cantidad a la tasa antedicha, la suma que se obtendría al final del periodo sería el resultado de un crecimiento instantáneo. En este caso, la gráfica de dichos rendimientos respecto al tiempo es una curva como la que se muestra a continuación.

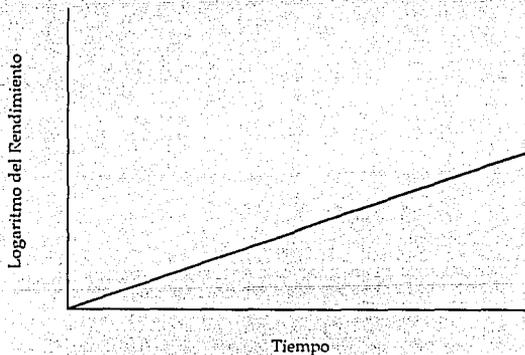
⁷ Latané y Rendleman (1976), Merton (1976), Schmalensee y Trippi (1978), Macbeth y Merville (1979), Christie (1982), así como Anderson (1985).

⁸ Aunque para algunos podría resultar tediosa la siguiente parte, nos pareció una manera didáctica de tratar el tema.



Gráfica 4-1. Rendimientos continuos en función del tiempo.

Ahora bien, podemos calcular la tasa continua de rendimiento en un periodo sustrayendo el logaritmo natural de la cantidad invertida del logaritmo natural de la cantidad resultante de la inversión. Sin embargo, los logaritmos de estos valores forman una línea recta cuando se grafican como una función del tiempo, implicando una tasa de crecimiento del periodo constante. Lo cual puede observarse en la gráfica 4-2.



Gráfica 4-2. Logaritmo de los rendimientos en función del tiempo.

Para responder el hecho de que los rendimientos se distribuyen logarítmiconormalmente, considérese que invertimos NS\$100 a un año y que los rendimientos trimestrales durante este periodo son: 10%, -5%, 15%, y -10%. Pese a que la suma de los mismos es 10%, nuestra inversión de NS\$100 no crece al nivel de NS\$110, sino a NS\$108.16 (debido a:

$\text{NS}100 \cdot 1.10 \cdot 0.95 \cdot 1.15 \cdot 0.90$), con lo cual se obtiene un rendimiento acumulado en el año de 8.16%.

La suma de los rendimientos trimestrales no mide el rendimiento acumulado realizado, por lo que para obtenerlo dichos rendimientos deberán componerse, o lo que es lo mismo, multiplicar las cantidades obtenidas de sumar a cada rendimiento la unidad. No obstante, este procedimiento puede ser reemplazado si sumamos los logaritmos naturales de cada rendimiento trimestral más la unidad. En el ejemplo, estos logaritmos son:

$$\ln(1 + 0.10) \approx 0.0953$$

$$\ln(1 - 0.05) \approx -0.0513$$

$$\ln(1 + 0.15) \approx 0.1398$$

$$\ln(1 - 0.10) \approx -0.1054$$

y su suma es igual a:

$$0.0784$$

Por tanto tenemos que,

$$e^{0.0784} \approx 1.0816$$

Donde podemos observar que esta cantidad equivale a la unidad más la tasa de rendimiento acumulado en el año.

Como cada logaritmo natural de la cantidad $(1 + i_t)$ —donde i_t es el rendimiento del subperíodo— está normalmente distribuido, entonces su suma también estará distribuida normalmente.

Además, en virtud de que la exponencial de la distribución normal da como resultado la distribución logaritmiconormal (ver *Apéndice A*), las cantidades $(1 + i_t)$, que son los exponentiales de los logaritmos naturales estarán, por consiguiente, logaritmiconormalmente distribuidas.

Ahora bien, tal y como se verificó en el apartado 3.1.2 (capítulo anterior), el supuesto de logaritmiconormalidad resulta indispensable para la derivación del modelo Black & Scholes y, por tanto, debemos tener en cuenta su importancia al momento de obtener estimadores del mercado sobre la volatilidad a partir de dicho modelo.

Seguidamente presentamos el último de los supuestos a considerar para poder llevar a cabo éste análisis: la eficiencia del mercado. En ausencia del cual no estaríamos en posibilidades de recurrir a la volatilidad implícita como una herramienta importante en el proceso de valuación de opciones y warrants.

Se dice que un mercado es eficiente cuando el precio de un determinado activo constituye, en cualquier momento, una buena estimación de su valor intrínseco, lo cual puede darse gracias a la competencia entre los distintos inversionistas que actúan activamente en el mercado buscando obtener la máxima ganancia bajo los menores niveles de riesgo, a través de la oferta y demanda de valores.

Fundamentalmente la eficiencia del mercado se observa en dos sentidos:

1. **Informativamente.** Implicando que todos los participantes del mercado se encuentran en las mismas condiciones de acceso a la información disponible, asimismo que dicha información se refleja plenamente, y de inmediato, en los precios de transacción del mercado.
2. **Operativamente.** Lo que significa utilizar la tecnología más eficaz en los mercados financieros, para eliminar costos y no restarle continuidad a la operación. Además, se asume que ninguno de los participantes del mercado tiene preferencia dentro del mismo, por lo que los precios y los costos de transacción se determinan competitivamente.

Ahora bien, las condiciones principales para que un mercado sea eficiente son:

- Homogeneidad de los valores intercambiados.
- Existencia de un número suficiente de demandantes y oferentes, con el objeto de que los volúmenes de operación ayuden a que el comportamiento del mercado no sea determinado por operaciones particulares o por actuaciones únicas de los valores.
- Relativa facilidad para entrar y salir del mercado.
- Rentabilidades consideradas dentro de lo "normal" y fluctuaciones de precios aleatorias aun en periodos determinados en los que los precios de los valores se comporten a la alza o baja.

Otros factores que determinan la eficiencia del mercado, particularmente de acciones, son los siguientes:

- Continuidad y cantidad de negociaciones.
- Disponibilidad de sistemas de información económica y financiera relacionada tanto a las empresas participantes, como al entorno macroeconómico que influye en el comportamiento del mercado accionario.
- Estandarización o tipificación de las operaciones para simplificar las operaciones y fomentar el crecimiento del mercado.
- Existencia de *cierta* especulación, ya que ésta activa los intercambios y negociaciones de tal forma que se mantienen el dinamismo de la oferta y demanda.

Grados de Eficiencia.

La realidad es que los mercados no se comportan de manera eficiente todo el tiempo y que pueden entrar en periodos de ineficiencia caracterizados, entre otros elementos, por la presencia exagerada de especulación.

Un mercado de valores puede presentar diferentes grados de eficiencia, los cuales dependen del grado de aleatoriedad que presenten los datos históricos, así como del nivel informativo del medio bursátil y de los factores antes mencionados. Esencialmente se suelen distinguir tres tipos de eficiencia, a saber:

Débil. Se caracteriza porque las series históricas de precios de los valores no contienen información que pueda utilizarse para obtener una rentabilidad superior a la que podría adquirirse con una cartera formada por valores seleccionados al azar. En otras palabras, este nivel de eficiencia afirma que los precios de dichos valores se encuentran determinados aleatoriamente, es decir, que la información pasada no es capaz de predecir los movimientos futuros de los precios, y que éstos sólo se modifican ante nueva información no incluida en los precios anteriores. Si se tuviera la capacidad de encontrar tendencias que permitieran predecir los movimientos futuros, implicaría que los precios estarían determinados por la psicología de los participantes y no por la racionalidad propia del valor de la actividad de la empresa que están representando. Se han llevado a cabo varios estudios para evaluar si el mercado mexicano cumple con este nivel de eficiencia, encontrando diversos resultados dependiendo del periodo analizado y la metodología empleada.

Intermedia. De acuerdo a este tipo se postula que los precios en el mercado de valores reflejan toda la información publicada, ya sea en relación a las empresas o del marco macroeconómico, y esa información tiene un efecto sobre el valor intrínseco de dichos valores. Este nivel, también conocido como *eficiencia semirobusta*, se relaciona con la capacidad que tienen los mercados para ajustar los precios ante nueva información, así, mientras más rápidamente se ajusten los precios, más eficiente será el mercado en su grado intermedio. Cuando los mercados tardan en ajustar los precios permiten ganancias extraordinarias para algunos inversionistas, con lo que se estaría manifestando un cierto nivel de ineficiencia. Inclusive, el rezago en el ajuste de los precios podría enviar señales equivocadas al mercado, dificultando la evaluación correcta de los precios. Por ejemplo, una empresa ha decidido eliminar los dividendos en efectivo que venía distribuyendo trimestralmente, debido a que sus expectativas de rentabilidad tienden a disminuir. En este caso, si el precio de la acción tarda en ajustarse a la baja, como consecuencia de expectativas menos atractivas, algunos inversionistas podrían suponer que la disminución en el pago de dividendos se ha debido a que la compañía está financiando proyectos de inversión con utilidades retenidas y que probablemente el precio suba debido a los nuevos proyectos. Ante esta confusión, el precio de la acción tardaría en encontrar su valor justo y algunos inversionistas perderían, restándole confianza a la determinación de precios que se hace a través del mercado. La existencia de un gran número de analistas y especialistas que saben interpretar la información financiera permite que el mercado se ajuste rápidamente y funcione con mayor eficiencia.

Fuerte. Esta forma establece que, una vez que los cambios en los precios son variables aleatorias independientes que reflejan la información disponible en su totalidad, y que no se puede obtener un rendimiento superior al que se obtiene con una cartera formada al azar, se espera que nadie esté en posibilidad de tener acceso a información especial, ya sea porque no es posible, porque no exista o, sencillamente, porque todos los inversionistas la obtendrán en igualdad de condiciones. También citado como *eficiencia robusta*, éste es el nivel de eficiencia más difícil de satisfacer,

pues al requerir que no exista información privilegiada en los mercados que se pueda utilizar en beneficio particular, se garantiza la confiabilidad hacia los precios y se elimina el riesgo de que éstos sean manipulados por un grupo reducido de personas. Es difícil asegurar que lo anterior se cumpla, lo que sí es posible afirmar es que en la medida en que se concentre la información en un grupo reducido de participantes, los mercados financieros tienen menores posibilidades de desarrollarse, crecer y apoyar la economía.

En sí, los niveles de eficiencia están relacionados con el manejo de la información, con la capacidad de los mercados para producir información oportuna y confiable, así como de tenerla a disposición del público en general a un costo irrelevante. Asimismo otros factores que cobran influencia son la presencia de especialistas que sepan interpretar dicha información, así como la disposición de sistemas de cómputo y comunicación que faciliten los procesos de registro y difusión de la información.

Existen diversas pruebas para la eficiencia del mercado, donde generalmente se evalúa la información reflejada en el precio (tal como se puede observar en Fama (1976)), la velocidad de ajuste en los precios ante el arribo de información y/o se verifica la aleatoriedad del precio de los valores. Esto último se ha practicado en el mercado mexicano mediante los procedimientos denominados Prueba de Corridas (o de Signos), Método de Correlación Serial y el Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital.⁹

Aunque los resultados de algunos estudios indican que las condiciones de un mercado financiero perfecto no se dan en la realidad, los elementos que caracterizan la eficiencia de mercado son útiles marcos de referencia para definir algunas condiciones prácticas que sirvan de apoyo para la clase de análisis que aquí se considerarán. El objetivo de las siguientes etapas del capítulo será señalar los beneficios, en términos de predicción, de la llamada *volatilidad implícita* sobre la *volatilidad histórica*, para ser considerada como la variable relativa a la volatilidad futura del bien subyacente dentro del proceso evaluatorio de precios de los títulos opcionales. Tal y como se detallará en su correspondiente apartado, la volatilidad implícita es la que se obtiene a partir del precio de mercado de los títulos opcionales, despejando su valor en la fórmula del modelo que se haya adoptado para evaluarlos y una vez que el resto de las variables son conocidas. De ahí que la volatilidad implícita sea considerada como la expectativa del mercado sobre la volatilidad. Precisamente por esto debemos asumir la eficiencia del mercado, ya que de no ser éste el caso, no podríamos suponer que el precio de una acción captura toda la información contenida en los precios históricos anteriores, y tampoco estaríamos en condiciones de afirmar que los precios de los títulos opcionales contienen y reflejan información relativa a la duración de dichos contratos. Así, si el mercado es eficiente, las varianzas estimadas que se calculen a partir de los precios de estos instrumentos, deberán implicar no sólo la información histórica, sino cualquier otro tipo de información disponible.

Según un estudio realizado por Lamoreux y Lastrapes (1990), las volatilidades de los rendimientos diarios estaban correlacionadas positivamente con la velocidad de arribo de información, lo cual también propone que la volatilidad del precio de una acción está determinada por la llegada aleatoria de información acerca de los rendimientos futuros del valor. En relación a

⁹ Ver Mejía J., Grados M. y N. Meunier (1992), "La Eficiencia del Mercado Accionario en México", en *El Trimestre Económico*, 37, pp. 339-371. Quienes concluyeron que el mercado de valores mexicano durante 1989-1990 no era eficiente, ni siquiera en su forma débil. Argumentando que era muy pequeño, carente de continuidad y de un alto nivel de bursatilidad, pues ésta sólo se concentraba en ciertas emisoras (Telmex, Vitro, Cemex, Alfa), y aportando recomendaciones que podrían favorecer su eficiencia).

esto, Miller (1991) sugirió que el bajo costo de operación de los futuros sobre acciones hace que este tipo de mercados se comporten como un puerto de entrada a la información, con lo que se motivan las operaciones por parte de los inversionistas, lo que a su vez se asocia con volatilidad adicional del rendimiento de las acciones. Asimismo, Miller observó que la información que recibía el mercado de futuros posteriormente arribaba al mercado al contado -en este caso, mercado de acciones-, lo que nos hace pensar que los mercados de derivados hacen eficientes a los mercados de los bienes subyacentes. En ocasiones, la velocidad a la que la información es transferida al mercado al contado es considerada como una medida de eficiencia de ese mercado.

4.3 La Volatilidad en el Cálculo del Precio del Warrant

4.3.1 Volatilidad Histórica

El estimador conocido como *volatilidad histórica* se basa en el supuesto de que la desviación estándar experimentada durante el pasado continuará su tendencia en el futuro. Parte de la ineficiencia del uso de la volatilidad histórica se explica por éste supuesto, pues como ya se mencionó, se espera que los mercados sean eficientes y, por tanto, se asume que los precios se comportan aleatoriamente.

La volatilidad realizada o histórica, denotada por σ_{HIST} , se define como la desviación estándar anualizada de los rendimientos compuestos continuamente $\{R_1, R_2, R_3, \dots, R_T\}$, calculados a partir de una serie de precios $\{S_0, S_1, S_2, S_3, \dots, S_T\}$, donde por la relación $R_t = \ln(S_t / S_{t-1})$, tenemos:

$$\sigma_{HIST} = \left(\frac{k}{T-1} \sum_{t=1}^T (R_t - \bar{R})^2 \right)^{1/2} \dots \dots \dots (1)$$

donde \bar{R} se define como la media muestral de la serie R_t , y k como el número de intervalos observados en el año.

Procedimiento

Inicialmente se dispone de una serie de precios pasados del activo subyacente. Si bien, pese a los estudios realizados sobre el tema, aún no se ha determinado el *precio correcto* a considerar entre las distintas modalidades que se presentan (por cotización: apertura, medio día, cierre, compra y venta; por periodos de observación: cada x segundos, minutos, horas, o precios diarios, semanales, mensuales, etc.). Ya que, mientras autores como Dimson y Marsh (1990) afirman que se debe trabajar con precios de cierre diarios, otros apuntan que el precio de cada

transacción es el indicado. Sin embargo, como el propósito de este estudio no se centra en encontrar una solución a dicho problema, llegado el apartado correspondiente en el que se ensaye con este tipo de datos, se harán las anotaciones y justificaciones pertinentes. Por lo pronto podemos afirmar que cuanto mayor sea el volumen de información, los resultados estadísticos de la estimación serán más acertados.

Una vez que se cuenta con los precios de los últimos $n+1$ días negociados, se procede a calcular los rendimientos compuestos de la siguiente forma:

Paso 1. Se toma el logaritmo natural de los $n+1$ precios.

$$\ln(S_t) \quad \forall \quad t = 0, 1, \dots, n$$

Paso 2. Se calculan los cambios en los logaritmos de precios inmediatos, con lo cual se obtienen n elementos

$$R_t = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \quad \forall \quad t = 1, 2, \dots, n$$

como $S_t = S_{t-1} e^{R_t}$, por tanto, R_t es el rendimiento instantáneo compuesto (no anualizado) del t -ésimo intervalo.

Paso 3. Se determina la varianza de los rendimientos mediante la fórmula:

$$\sigma_{HIST}^2 = \frac{k}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2$$

donde

$$\bar{R} = \frac{\sum_{t=1}^n R_t}{n}$$

k Número de intervalos observados en el año.

Por ejemplo, si las observaciones son diarias, entonces la varianza anualizada tomará en cuenta para su cálculo una $k = 260$, que es el número total de días comerciales en el año.

Paso 4. Finalmente la volatilidad, denotada por σ_{HIST} , se obtiene aplicando la raíz cuadrada a la varianza σ_{HIST}^2 .

$$\sigma_{HIST} = \sqrt{\frac{k}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2}$$

A partir de los resultados del capítulo anterior, la desviación estándar de los rendimientos de los R_t es $\sigma\sqrt{T-t}$. Entonces la variable $\hat{\sigma}$ es un estimador de dicho valor. De donde σ puede estimarse mediante $\hat{\sigma}$ con:

$$\hat{\sigma} = \frac{\sigma_{HIST}}{\sqrt{T-t}} \dots\dots\dots (2)$$

Dos casos especiales en las acciones, como bien subyacente, son la consideración del pago de dividendos y el aumento o disminución del número de acciones¹⁰. Los cuales pueden ajustarse al procedimiento antedicho de la siguiente forma:

- Caso: Pago de Dividendos. El rendimiento R_t para un intervalo que incluye un día sin participación en el dividendo estará dado por:

$$R_t = \ln\left(\frac{S_t + D}{S_{t-1}}\right) \dots\dots\dots (3)$$

donde D es la cantidad de dividendo. Y los rendimientos en los intervalos restantes siguen dados por

$$R_t = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right)$$

No obstante, como el factor de impuestos -no considerado en la fórmula de valuación- juega un rol importante en la determinación de los rendimientos en fecha sin participación del dividendo, probablemente será mejor descartar todos los datos de aquellos intervalos que incluyan este tipo de fechas para el análisis llevado a cabo en el cuarto apartado.

- Caso: Aumento del Número de Acciones. Cuando el i -ésimo precio haya experimentado un *split*, el rendimiento del periodo i será:

$$R_t = \ln\left(\frac{S_t \cdot m}{S_{t-1}}\right)$$

¹⁰ El caso de aumento y disminución de acciones se llama generalmente como *split* y *split inverso*, respectivamente.

donde m es el número total de acciones propias después del aumento por cada acción antes del mismo.

Ejemplo. Si tuviéramos la siguiente serie de precios diarios:

Día	Precio
1	50.0
2	51.0
3	49.5
4	48.0
5	25.0
6	27.0

donde en la tercera fecha no se ha participado en dividendo de \$1.00 y, en el quinto día, se ha tenido una disminución del número de acciones de 2 a 1. La serie de precios relativos $\frac{S_t}{S_{t-1}}$ sin hacer consideraciones estaría dada por:

1	2	3	4	5	6
	$\frac{51.0}{50.0}$	$\frac{49.5}{51.0}$	$\frac{48.0}{49.5}$	$\frac{25.0}{48.0}$	$\frac{27.0}{25.0}$

y la serie ajustada sería:

1	2	3	4	5	6
	$\frac{51.0}{50.0}$	$\frac{49.5+1}{51.0}$	$\frac{48.0}{49.5}$	$\frac{(25.0)(2)}{48.0}$	$\frac{27.0}{25.0}$

luego se le aplicaría el logaritmo natural y se continuaría con el procedimiento ya descrito.

4.3.2 Volatilidad Implícita

En virtud de que los Títulos Opcionales son contratos realizados sobre bases futuras, esto es, las variables que determinan su valor son las que actuarán hasta el vencimiento del título, como resultado se tiene, por un lado, la dificultad para definir el comportamiento que seguirán dichas variables, por ejemplo la ya mencionada volatilidad del rendimiento del bien subyacente, lo

cual influye en el proceso de valuación del instrumento; y por otro lado, habiendo asumido la eficiencia del mercado, se podría pensar en obtener información relevante del bien subyacente a partir del precio de mercado de esta categoría de productos derivados. Es así como algunos estudios, tales como Beckers (1981), Wilson y Fung (1990), han enfocado sus trabajos a probar la hipótesis de que los precios de estos títulos ofrecen información sustancial en relación a las condiciones esperadas de la volatilidad para el bien subyacente en el mercado al contado.

De ahí surge el concepto de *volatilidad implícita*, que no es otra cosa que la expectativa de volatilidad tácita en el precio del título opcional. Explícitamente, la volatilidad implícita es la que se obtiene a partir del modelo de valuación del warrant a través del precio de mercado del mismo; por lo que también es considerada como la opinión o expectativa del mercado sobre la volatilidad futura.

La asunción de la eficiencia de mercado es importante en este sentido, pues es la base para afirmar que el precio de mercado del warrant refleja la volatilidad esperada del bien subyacente.

La obtención de la volatilidad implícita será sencilla si la ecuación del modelo puede resolverse para la desviación estándar. En caso de que dicha variable no pueda determinarse como una función explícita de las demás variables (como es el caso del modelo Black & Scholes), existen métodos que pueden auxiliar en la obtención de dicho valor.

En el caso de la fórmula Black & Scholes sabemos que, dados S , X , $T-t$, r y σ , la ecuación produce un valor único para el warrant, C . Similarmente, si conocemos S , X , $T-t$, r y el precio de mercado del warrant C correspondiente, la fórmula dará como resultado una volatilidad única, σ .¹¹ Y tal como se mencionó, si se está utilizando el precio de mercado para C , la volatilidad calculada de esta forma estará siendo una estimación del mercado sobre σ .

En este caso, desafortunadamente σ es función implícita de las demás variables (S , X , $T-t$, r y C), por lo que recurriremos a métodos numéricos de búsqueda, particularmente el método de Newton-Raphson y/o el de Bisección, cuyos procedimientos se explican en el *Apéndice B*. Investigaciones previas han afirmado que el primero es altamente eficiente y exacto en el contexto de opciones de compra tipo europeo; asimismo, su desempeño no es el más recomendable para opciones americanas sobre títulos que pagan dividendos y para otro tipo de instrumentos derivados. Por otro lado, el método de Bisección es, en cierta forma, más simple de aplicar y está garantizado que funciona para toda clase de instrumentos.

Para ilustrar la idea básica de la volatilidad implícita, supóngase que el valor de una opción de compra sobre una acción que no paga dividendos es \$1.875 cuando $S=\$21$, $X=\$20$, $r=10\%$ y $T-t=0.25$ años. La volatilidad implícita es el valor de σ que, una vez sustituido en la ecuación del modelo de valuación —para el caso, Black & Scholes—, da como resultado $C=\$1.875$.

Es por ello que, de alguna forma, la volatilidad implícita sirve para monitorear la opinión del mercado sobre la volatilidad de un título en particular. Inclusive, se han realizado estudios como por ejemplo los llevados a cabo por Patell y Wolfson (1979, 1981), así como por Poterba y

¹¹ La demostración puede ser consultada posteriormente en este capítulo.

Summers (1986), que proponen a la volatilidad implícita como una aproximación de la evaluación del mercado sobre el riesgo de los activos.

Asimismo, otras investigaciones han sugerido que la volatilidad implícita podría ser útil en la predicción de los movimientos subsiguientes de la volatilidad histórica para el rendimiento del instrumento subyacente, entre ellas citamos las siguientes: Latané y Rendleman (1976), Beckers (1981), Heaton (1986), Ball y Torous (1986), Wilson y Fung (1990). Estos trabajos centraron su análisis en la relación entre la volatilidad implícita de los precios de opciones de mercados americanos y la volatilidad histórica del bien subyacente. De los anteriores, uno que resalta en la dirección del presente trabajo es el efectuado por Beckers, quien comparó el poder pronosticador de la volatilidad histórica y el de la volatilidad implícita, encontrando que la última se desempeñaba mejor que la primera al predecir la desviación estándar futura. Por su parte, Rubinstein (1985) ofreció un extenso análisis de las volatilidades implícitas de opciones sobre acciones en las que observó ciertos patrones, tales como, que las volatilidades implícitas más bajas eran las de opciones que se encontraban En-el-Dinero y se volvían progresivamente mayores conforme la opción se tomaba Dentro o Fuera-del-Dinero. Beckers también observó lo anterior, es más, en su muestra las volatilidades implícitas de opciones de compra en condiciones muy Dentro-del-Dinero y cercanas a su vencimiento, eran a lo más diez veces las de las correspondientes de opciones En-el-Dinero. Una explicación de dicho fenómeno es que al momento de construir la muestra se excluyeron los títulos opcionales de compra con volatilidades implícitas negativas, por los criterios sobre los límites de las primas¹² (esto no es otra cosa que la exclusión de opciones muy en la condición Fuera-del-Dinero).

De forma similar, Latané y Rendleman (1976) indicaron que no todos los precios de opciones tienen la misma respuesta a cambios en la volatilidad. Particularmente, encontraron que las opciones En-el-Dinero con vencimiento lejano eran las más sensitivas; contrariamente a las que se encontraban Dentro-del-Dinero y cercanas a su término.

A partir de los estudios mencionados se apoya, en buena medida, una de las principales hipótesis del trabajo, misma que se tratará de comprobar mediante el análisis que será llevado a cabo en la etapa final del presente capítulo, y que refiere a la volatilidad implícita como mejor predictor de la volatilidad futura que la desviación estándar basada en datos históricos.

Ya que, pensamos que si la volatilidad relevante para establecer el valor del warrant es la volatilidad del rendimiento de su activo subyacente desde el momento de emisión hasta su vencimiento, el estimador obtenido a partir de la volatilidad histórica no ofrece una buena aproximación, dado su carácter retrospectivo. Cabe argumentar que la volatilidad cambia durante el tiempo en base, principalmente, a la llegada de nueva información, y esta última difícilmente se puede incorporar en el cálculo de la volatilidad histórica, a diferencia de la volatilidad implícita que, bajo el supuesto de eficiencia de mercado, captura factores que son fuente de incertidumbre¹³ y que, en su momento, tendrán efecto sobre la volatilidad futura.

¹² La elección de la muestra requiere de diversos criterios que permiten al observador la depuración de la misma, con lo cual se evita el manejo innecesario de datos. Entre este tipo de criterios se encuentran: establecer un cierto límite para el precio de la prima, consideraciones en relación al vencimiento, limitar la elección a opciones sobre bienes subyacentes negociados activamente e inclusive centrar las observaciones sólo a un tipo de opciones, por ejemplo, opciones en condiciones Fuera-del-Dinero.

¹³ Entre otros, acontecimientos políticos, implantación de nuevas medidas económicas, inflación, etc.

Aunado a lo anterior, el estimador de la volatilidad basado en datos históricos presenta imprecisiones, debido a la elección misma de los datos, los cuales deben conformar una muestra grande, pero también deben ser lo suficientemente actuales para no traer consigo otro tipo de efectos sobre el estimador; asimismo, el tipo de datos podría no ser el indicado –dada la gama de posibles precios a considerar–, o, inclusive, pudiere darse que los mismos no sean del todo disponibles, en cuyo caso el estudio estaría lejos de presentar resultados completos y confiables.

Tenemos también el efecto de la mala especificación de la volatilidad sobre el cálculo de los precios de opciones utilizando particularmente el modelo Black & Scholes, que considera a la volatilidad constante. En este caso, cuando la verdadera volatilidad sea mayor que el estimador, el precio obtenido mediante el modelo y basado en dicho estimador será menor que el precio de mercado, y viceversa. Y, consiguientemente, se podría pensar en tomar utilidad del mercado cuando se observaran precios subvaluados, lo cual dependerá, en el caso del estimador construido a partir de series pasadas de los rendimientos del bien subyacente, de los datos utilizados por cada operador y no propiamente por posibles oportunidades en el mercado. De ahí que sea necesario estandarizar el procedimiento de cálculo de la volatilidad que se considera en el modelo de valuación de opciones.

Por lo tanto, la tesis de que los estimadores derivados del mercado superan a los que se basan en datos históricos se fundamenta en probar que la volatilidad implícita derivada a partir del precio de un warrant –dado un mercado eficiente–, deberá reflejar la variabilidad esperada en los precios futuros desde un tiempo t hasta el vencimiento del título opcional. Asimismo, los participantes del mercado deben anticipar los eventos informativos importantes previos a la conclusión del contrato del título opcional y, de la misma forma, deben reflejarlos en las primas. Consecuentemente, la volatilidad implícita reflejará la volatilidad durante la vida del warrant. Si las primas del instrumento y las volatilidades antedichas no reflejan adecuadamente la volatilidad de manera anticipada, los títulos estarán valuados incorrectamente, con lo cual podrían darse oportunidades de arbitraje, mismas que paulatinamente serán corregidas por el mercado. Es más, si los títulos opcionales están valuados correctamente, su precio de mercado actual debería contener tanto la información histórica como la información futura. En base a lo anterior, en la parte final del capítulo se muestra el análisis econométrico que nos permitirá determinar las relaciones entre los distintos tipos de volatilidades para las acciones subyacentes de warrants mexicanos y la elección óptima que provea al mercado de un estimador estándar a utilizar en el modelo de valuación preferente.

A continuación se establecen las condiciones necesarias y suficientes para la existencia de la volatilidad implícita. Considerando el caso del modelo Black & Scholes, se presenta un procedimiento que converge a la (única) varianza implícita, cuando ésta existe. La característica más importante es que provee un valor inicial para el método de Newton-Raphson. Lo cual implica una ventaja substancial, pues si se aplica dicho método sin un valor inicial adecuado, se pueden pasar por alto soluciones que de hecho existen. Asimismo, un valor inicial lo suficientemente aproximado garantizará la convergencia del método a la solución buscada.

Ahora bien, por conveniencia, enunciamos la fórmula de valuación de opciones Black & Scholes (ver apartado 3.1.1.2) en la forma siguiente:

$$C = f(S, X, r, T-t, \sigma) \dots\dots\dots (4)$$

Dados los valores de $S, X, r, T-t$, así como de C y utilizando la ecuación (4), la desviación estándar implícita, que denotaremos por σ^* , satisface la ecuación (5):

$$C = f(S, X, r, T-t, \sigma^*) \quad \dots\dots\dots (5)$$

La ecuación (5) tiene una solución positiva, σ^* , tal que la opción,

$$\text{Max}(0, S - Xe^{-rn}) < C < S \quad \dots\dots\dots (6)$$

Para demostrar lo anterior, obsérvese que para valores dados de S, r, X y $T-t$, f es sólo función de σ y que,

$$\lim_{\sigma \rightarrow 0} f(\sigma) = \text{Max}(0, S - Xe^{-r(T-t)}) \quad \dots\dots\dots (7)$$

y

$$\lim_{\sigma \rightarrow \infty} f(\sigma) = S \quad \dots\dots\dots (8)$$

Como la función $f(\cdot)$ es estrictamente creciente¹⁴ para σ en $(0, \infty)$, entonces el valor de la opción, C , debe caer entre las expresiones dadas en la parte derecha de las ecuaciones (7) y (8). De ahí que, $f(\cdot)$ garantice que se tiene una solución única para la ecuación (5), es decir: σ^* .

El método Newton-Raphson aplicado (ver *Apéndice B*) a la ecuación (5) se presenta en la forma.

$$\sigma_{n+1} = \sigma_n - \frac{f(\sigma_n) - C}{f'(\sigma_n)} \quad \dots\dots\dots (9)$$

donde σ_n es el n -ésimo estimador de σ^* , y f' es la primera derivada de $f(\sigma)$ con respecto a σ . Como $f'(\sigma_n) > 0$ cuando S, X , y $T-t > 0$, la ecuación (9) está definida sobre $(0, \infty)$.

Un aspecto en relación al procedimiento Newton-Raphson es que si la ecuación (5) tiene una solución, σ^* , y existe un intervalo $[a, b]$ que la contiene, en el que f es diferenciable tal que $f'(\sigma^*) \neq 0$ y donde $f(\sigma^*) - C = 0$, entonces el método garantiza que las soluciones aproximadas generadas converjan a la solución exacta para un valor inicial suficientemente cercano a σ^* , i. e., $\{\sigma_n\} \rightarrow \sigma^*$ siempre que $\sigma_n \in [a, b]$ para cualquier n .¹⁵ Ahora bien, se sabe que el error para el método en cuestión es casi proporcional al cuadrado del error anterior, lo cual redundará en rapidez para arribar a la solución buscada.

La expresión (6) nos dice cuando tiene solución la ecuación (5). Sólo se requiere identificar un punto de $[a, b]$ para garantizar que el procedimiento plasmado en la fórmula (9) siempre nos conducirá a σ^* . Para ello, demostraremos que tal punto, σ_0 , está dado por:

¹⁴ Es decir, $f'(\sigma) > 0$ cuando S, X , y $T-t > 0$ y $\sigma > 0$.

¹⁵ Véase Burden, R. L. y J. D. Faires (1985), *Análisis Numérico*, Grupo Editorial Iberoamérica, México, pp. 57, 68-69.

$$\sigma_0^2 = \left| \ln\left(\frac{S}{X}\right) + r\tau \right| \frac{2}{\tau}$$

donde $\tau = T-t$

A continuación se enuncia la prueba de que $\sigma_0 \in [a, b]$. Utilizando la ecuación (9) y considerando que $C = f(\sigma^*)$ tenemos,

$$\sigma_n - \sigma_{n+1} = \frac{f(\sigma_n) - f(\sigma^*)}{f'(\sigma_n)} \dots\dots\dots (10)$$

$$\Rightarrow f'(\sigma_n)(\sigma_n - \sigma_{n+1}) = f(\sigma_n) - f(\sigma^*) \dots\dots\dots (11)$$

El lado derecho de la ecuación (11) se puede expresar, mediante el Teorema del Valor Medio, de la siguiente forma:

$$f(\sigma_n) - f(\sigma^*) = (\sigma_n - \sigma^*) f'(\xi) \dots\dots\dots (12)$$

donde ξ se encuentra entre σ_n y σ^* , por lo que podemos representarlo como,

$$\xi = \sigma^* \lambda + \sigma_n(1 - \lambda) \quad \text{para algún } \lambda \in (0, 1)$$

Por lo tanto, considerando lo anterior sustituimos (12) en (11):

$$f'(\sigma_n)(\sigma_n - \sigma_{n+1}) = (\sigma_n - \sigma^*) f'(\sigma^* \lambda + \sigma_n(1 - \lambda))$$

sustrayendo $f'(\sigma_n)(\sigma_n - \sigma^*)$ a ambos lados de la ecuación anterior,

$$\begin{aligned} f'(\sigma_n)(\sigma_n - \sigma_{n+1}) - f'(\sigma_n)(\sigma_n - \sigma^*) &= \\ &= (\sigma_n - \sigma^*) f'(\sigma^* \lambda + \sigma_n(1 - \lambda)) - f'(\sigma_n)(\sigma_n - \sigma^*) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f'(\sigma_n)[\sigma_n - \sigma_{n+1} - (\sigma_n - \sigma^*)] &= \\ &= (\sigma_n - \sigma^*) [f'(\sigma^* \lambda + \sigma_n(1 - \lambda)) - f'(\sigma_n)] \end{aligned}$$

$$f'(\sigma_n)(\sigma_{n+1} - \sigma^*) = (\sigma_n - \sigma^*) [f'(\sigma_n) - f'(\sigma^* \lambda + \sigma_n(1 - \lambda))]$$

$$\left| \frac{\sigma_{n+1} - \sigma^*}{\sigma_n - \sigma^*} \right| = \left| \frac{f'(\sigma_n) - f'(\sigma^* \lambda + \sigma_n(1-\lambda))}{f'(\sigma_n)} \right|$$

$$\left| \frac{\sigma_{n+1} - \sigma^*}{\sigma_n - \sigma^*} \right| = \left| 1 - \frac{f'(\sigma^* \lambda + \sigma_n(1-\lambda))}{f'(\sigma_n)} \right|$$

Esto nos motiva a considerar la elección de σ_0 como la σ que maximiza $f'(\sigma)$, de tal manera que σ_j estará más cerca de σ^* que lo que lo está σ_0 . En base a la f' dada en el Apéndice B, lo anterior puede obtenerse según Manaster y Koehler (1982), mediante $f'' = f' \frac{d_1 d_2}{\sigma}$. Es decir, cuando $d_1 d_2 = 0$, donde d_1 y d_2 se definen como en el capítulo anterior.

De ahí que consideremos dos casos:

1) $d_1 = 0$ en cuyo caso,

$$\frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + r\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} + \frac{\sigma\sqrt{\tau}}{2} = 0$$

$$\frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + r\tau + \frac{1}{2}\sigma^2\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} = 0$$

$$\ln\left(\frac{S}{X}\right) + r\tau = -\frac{1}{2}\sigma^2\tau \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$\sigma^2 = \frac{-2\ln\left(\frac{S}{X}\right) + r\tau}{\tau} \quad \dots\dots\dots (14)$$

2) $d_2 = 0$ en cuyo caso,

$$\frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + r\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} + \frac{\sigma\sqrt{\tau}}{2} - \sigma\sqrt{\tau} = 0$$

$$\frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + r\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} - \frac{\sigma\sqrt{\tau}}{2} = 0$$

$$\frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + r\tau - \frac{1}{2}\sigma^2\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} = 0$$

$$\ln\left(\frac{S}{X}\right) + r\tau = \frac{1}{2}\sigma^2\tau \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$\sigma^2 = \frac{2\ln\left(\frac{S}{X}\right) + r\tau}{\tau} \quad \dots\dots\dots (16)$$

De las ecuaciones (14) y (16) se tiene la solución para la ecuación (5), a saber,

$$\sigma_0^2 = \frac{2}{\tau} \left| \ln\left(\frac{S}{X}\right) + r\tau \right| \quad \dots\dots\dots (17)$$

De esta forma, se asegura la existencia de la volatilidad (dado que la varianza es positiva), así como su unicidad.

Por lo tanto, la volatilidad inicial a considerar para calcular la volatilidad implícita mediante el Método Newton-Raphson será:

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{2}{\tau} \left| \ln\left(\frac{S}{X}\right) + r\tau \right|} \quad \dots\dots\dots (18)$$

Luego se calcula el precio del warrant para dicha volatilidad inicial, $f(\sigma_0)$, y se compara con el precio de mercado de la opción, C . Si el primer valor no se aproxima suficientemente al segundo, se continuará con el proceso iterativo (dado por la ecuación 9) hasta encontrar la volatilidad implícita que genere el precio de la opción que aproxime más al precio de mercado. Para el caso se tiene:

$$\begin{aligned} \sigma_{i+1} &= \sigma_i - [f(\sigma_i) - C] \left[S\sqrt{\tau} \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{d_1^2}{2}} \right) \right]^{-1} \\ &= \sigma_i - \frac{[f(\sigma_i) - C] e^{\frac{d_1^2}{2}} \sqrt{2\pi}}{S\sqrt{\tau}} \end{aligned}$$

donde d_1 se calcula utilizando σ_i .

Ejemplo. Considérense los siguientes valores del contrato de un título opcional:

$$C = \$ 5.75$$

$$r = 5.21 \%$$

$$S = \$ 164$$

$$\tau = 0.0959 \text{ años}$$

$$X = \$ 165$$

El valor inicial para la volatilidad implícita es:

$$\begin{aligned} \sigma_0 &= \sqrt{\frac{2}{0.0959} \left| \ln \left(\frac{164}{165} \right) + (0.0521)(0.0959) \right|} = \sqrt{20.855 \left| \ln(0.9939) + (0.0049) \right|} \\ &= \sqrt{20.855(-0.00108)} = \sqrt{0.0226} = 0.1503 \end{aligned}$$

Y para dicho valor, el precio de la opción que genera el modelo Black & Scholes es:

$$d_1 = \frac{\ln \left(\frac{164}{165} \right) + \left(0.0521 + \frac{0.1503^2}{2} \right) 0.0959}{0.1503 \sqrt{0.0959}} = \frac{-0.0061 + (0.0634)0.0959}{0.1503(0.3097)} = \frac{(5.387)10^{-7}}{0.0465} = (1.1574)10^{-5}$$

$$d_2 = (1.1574)10^{-5} - 0.1503 \sqrt{0.0959} = -0.0465$$

$$\begin{aligned} f(13.05\%) &= (164)N(0.00001) - (165)e^{-(0.0521)0.0959} N(-0.0465) \\ &= 164(0.5) - 165(0.9949)0.4815 = 82 - 79.041 = 2.959 \end{aligned}$$

Como el resultado está lejos de ser $C = \$ 5.75$, el nuevo estimador de la volatilidad está dado por:

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \sigma_0 - \frac{[f(\sigma_0) - C] e^{\frac{d_1^2}{2}} \sqrt{2\pi}}{S \sqrt{\tau}} \\ &= 0.1503 - \frac{((1.1574)10^{-5})^2}{164 \sqrt{0.0959}} \frac{[2.959 - 5.75] e^{\frac{2}{2}} (2.5066)}{2} \\ &= 0.1503 + 0.1377 = 0.2881 \end{aligned}$$

Como el precio de la opción que produce el modelo para esta volatilidad de 28.81 % es:

$$f(28.81\%) = 5.750 = C$$

Entonces, de esta forma se ha obtenido la solución en sólo dos pasos, teniendo como resultado una volatilidad implícita de 28.81%, dado un precio de mercado del instrumento de \$ 5.75.

En el siguiente apartado se verá cómo a partir de un conjunto de volatilidades implícitas obtenidas simultáneamente de diferentes warrants, todas sobre la misma acción subyacente, se puede obtener una volatilidad compuesta para el bien, calculada en base a un promedio ponderado de las volatilidades implícitas individuales.

4.3.3 Volatilidad Ponderada

Bajo el contexto del modelo Black & Scholes, cuya fórmula fue ampliamente descrita en el capítulo anterior, sabemos que para el cálculo del precio de las opciones toma en consideración las variables S , $T-t$, r , X , σ , de las cuales recordemos que sólo la volatilidad se encuentra ligada directamente a la acción subyacente. De esta forma, si tenemos dos warrants emitidos sobre la misma acción y tiempo al vencimiento, entonces tanto S , como r y τ ($\tau = T-t$) deberán de tomar valores idénticos para la valuación de ambos títulos. No obstante, si uno de ellos se encontrara en la condición Dentro-del-Dinero ($X_1 e^{-r(T-t)} < S$) y el otro Fuera-del-Dinero ($X_2 e^{-r(T-t)} > S$), lo cual implicaría que los precios de ejercicio fuesen distintos ($X_1 < X_2$), entonces ¿Podríamos pensar que lo anterior implicaría varianzas diferentes? . . . La respuesta es no, ya que σ^2 se encuentra referida a S y no a X . De ahí que los títulos opcionales en condiciones Dentro y Fuera-del-Dinero deberían, acorde con las especificaciones de Black & Scholes, generar la misma volatilidad implícita, σ . Sin embargo, la experiencia ha mostrado que las volatilidades implícitas varían, dependiendo de si la opción se encuentra En, Fuera o Dentro-del-Dinero. Asimismo, se puede observar que las opciones con vencimiento cercano y Dentro-del-Dinero (Fuera-del-Dinero) muestran una tendencia a tener volatilidades implícitas mayores (menores) que aquellas de opciones con el mismo precio de ejercicio pero con un mayor tiempo para su vencimiento.

Así, aún cuando la volatilidad cambie durante el tiempo y, en teoría se espere que el valor de la volatilidad implícita, para todos aquellos warrants contratados bajo las mismas características (principalmente sobre el mismo activo subyacente y con el mismo periodo al vencimiento) en determinado momento debiera ser la misma, en la práctica esto no se observa. Las causas son variadas, incluyendo la posibilidad de que el modelo Black & Scholes es deficiente o sus especificaciones son impropias, así como por el ejercicio anticipado, la no simultaneidad de las transacciones del derivado y del bien de referencia, e ineficiencias del mercado.

En este sentido, si se cuenta con distintos contratos opcionales sobre una misma acción subyacente y se obtienen volatilidades implícitas múltiples, nos veremos en la necesidad de combinar dichos valores para producir una volatilidad única, a la que denominaremos *VIP* (volatilidad implícita ponderada). El proceso para obtenerla puede llevarse a cabo mediante la simple aplicación de un promedio aritmético, un promedio ponderado e incluso, sencillamente por la elección de la volatilidad implícita de aquel instrumento cuyo precio de ejercicio sea el más

cercano al precio actual del activo subyacente, *i.e.*, aquél que se encuentre más cercano de la condición En-el-Dinero. A continuación se explicará con detalle cada uno de los métodos mencionados y se definirá aquél que sirva para la realización del análisis que se presenta como parte final del presente capítulo.

Supóngase que $\sigma(\tau_j, X_j)$ representa la volatilidad implícita para la j -ésima opción de compra, con un tiempo al vencimiento de τ_j y con un precio de ejercicio X_j . El procedimiento que se expone para combinar todas las volatilidades implícitas en una sola, se presenta de manera general mediante la fórmula conocida de promedio ponderado,

$$VIP = \sum_{j=1}^N \left(\frac{w_j}{\sum_j w_j} \right) \sigma(\tau_j, X_j) \dots\dots\dots (19)$$

donde w_j es el peso otorgado a la j -ésima opción y N es el número total de opciones asociadas a una acción particular.

1. Procedimiento de Trippi.

El primer procedimiento se introduce eligiendo $w_j = 1$ para $j = 1, 2, \dots, N$, con lo que la ecuación (19) queda de la forma siguiente:

$$VIP_{p,A} = \sum_{j=1}^N \left(\frac{\sigma(\tau_j, X_j)}{N} \right)$$

siendo $VIP_{p,A}$ la volatilidad implícita resultante para una categoría de N opciones mediante la aplicación de un promedio aritmético.

En los estudios realizados por Schmalensee y Trippi (1976) se practica este método, en el que se considera a las volatilidades de todas las opciones de una misma clase del mismo modo. Cabe hacer mención que el concepto de *clase* involucra al conjunto de títulos opcionales con características similares, no obstante algunos autores hacen diferencia a su extensión, pues mientras que para Latané y Rendleman se refiere a todas las opciones sobre una misma acción particular, para Beckers envuelve a las opciones de la clasificación anterior, pero con el mismo tiempo al vencimiento. Esta distinción se debe a que el horizonte de tiempo de los títulos opcionales puede ser distinto aún sobre el mismo bien subyacente, de ahí que la percepción del mercado sobre la volatilidad esperada cambie respecto a la duración del contrato.

Respecto al procedimiento que emplea un promedio aritmético, parece haber pasado por alto que ciertos precios de opciones tienden a ser más sensitivos a la desviación estándar que otros. En consecuencia, lo ideal sería otorgar un peso mayor a dichos precios, con el objeto de recabar la mayor información disponible en esa volatilidad única, al tiempo que se excluyen elementos inoperantes que sólo tendrían consecuencias adversas sobre el estimador.

Precisamente, la aplicación de un promedio aritmético ha tenido severas críticas basadas en el hecho mencionado de conferir a todas las opciones el mismo peso, sin considerar la importancia relativa de las opciones en condiciones Dentro y Fuera-del-Dinero.

Para ilustrar este punto figúrese que se tienen dos opciones de la misma clase, cuyas volatilidades implícitas son 21% y 26% anual, respectivamente. La primera volatilidad se infirió a partir de una opción que se encontraba En-el-Dinero; y la segunda corresponde a una situación muy Fuera-del-Dinero. Particularmente se sabe que las opciones cercanas a la condición En-el-Dinero son las más sensitivas a las especificaciones sobre la desviación estándar en relación a las ubicadas Fuera y Dentro-del-Dinero. Por lo tanto, la volatilidad del primer título ofrecerá una mayor información acerca de la "verdadera" volatilidad, ante lo cual el peso elegido para esta podría bien ser de 0.9 y de 0.1 para la volatilidad restante. De tal forma que el promedio ponderado de la volatilidad implícita combinada estaría dado por:

$$\frac{0.9(0.21) + 0.1(0.26)}{0.9 + 0.1} = 0.215$$

es decir 21.5% anual.

Los precursores principales en este ámbito de los procesos de ponderación han sido Latané y Rendleman, Chiras y Manaster y asimismo Beekers, quienes han discutido y aportado ciertos esquemas de ponderación útiles a ésta y otras investigaciones relativas a la importancia de la volatilidad implícita en la formación de expectativas sobre la desviación estándar futura y, particularmente, en la valuación de los títulos opcionales.

2. Procedimiento de Latané y Rendleman.

Una manera de capturar el efecto que produce la desviación estándar sobre el precio de los títulos opcionales es mediante la sensibilidad del precio de la opción respecto a su volatilidad implícita, tal como lo establecieron en su estudio Latané y Rendleman (1976).

Con la finalidad de obtener un estimador de la desviación estándar a emplear en la fórmula Black & Scholes, Latané y Rendleman calcularon las volatilidades implícitas de diversas opciones de una misma categoría, y para cada acción de la muestra. Dichas volatilidades implícitas fueron combinadas mediante la derivada parcial del precio de la opción (en este caso de la fórmula Black-Scholes) respecto a cada desviación estándar implícita con el objetivo de ponderar las volatilidades implícitas acorde con la sensibilidad en el cambio del precio de la opción en relación al cambio en la desviación estándar implícita. Asimismo, estas volatilidades implícitas ponderadas fueron usadas como base para verificar ciertas situaciones específicas, como por ejemplo:

- Se emplearon en la identificación de opciones cuyos precios se ubicaran por arriba y por debajo de su valor real.
- Compararon las volatilidades implícitas ponderadas con las desviaciones estándares realizadas.

Como resultado y tal como lo observaron éstos y otros investigadores, no todas las opciones son igualmente sensitivas a la especificación de la desviación estándar, de ahí que Latané y

Rendleman hayan calificado como irracional la aplicación de un promedio aritmético simple para la combinación de las volatilidades implícitas, pues aquéllos títulos opcionales cuyos precios se ven menos afectados no son representativos de la expectativa del mercado sobre el comportamiento de la acción subyacente.

El esquema de ponderación presentado por Latané y Rendleman (1976) es el siguiente:¹⁶

$$VIP_{LR} = \sum_{j=1}^N \left(D_j^2 \sigma^2(\tau_j, X_j) \right)^{\frac{1}{2}} \left(\sum_{j=1}^N D_j \right)^{-1}$$

donde VIP_{LR} denota la volatilidad implícita resultante de aplicar el esquema de ponderación propuesto por Latané y Rendleman y D_j es la derivada parcial del precio de la j -ésima opción respecto a su desviación estándar, usando el modelo Black & Scholes.

La práctica de este procedimiento tiende a colocar un peso mayor a opciones que se encuentran En-el-Dinero en relación a las que están en condiciones muy Dentro o muy Fuera-del-Dinero y con vencimiento cercano.

Sin embargo, tal como lo señalan Chiras y Manaster (1978), el promedio ponderado de Latané y Rendleman no es en realidad un *promedio ponderado*, ya que la suma de los pesos es menor que la unidad. Por lo que en su esquema de ponderación puede apreciarse un sesgo.¹⁷ En la práctica lo anterior puede dilucidarse con el simple inversionista que, actuando de manera racional, mide el rendimiento como el cociente del cambio en el precio por el tamaño de su inversión. Bajo este contexto, la argumentación de Latané y Rendleman se enfoca únicamente al cambio absoluto, sin observar la cantidad de la inversión.

3. Procedimiento de Beckers.

Por su parte Beckers (1981), plantea inicialmente una aproximación cuyo juicio surge de la observación realizada sobre las volatilidades implícitas de opciones muy Dentro-del-Dinero y cercanas a su expiración, las cuales se presentaron extremadamente fuera del rango general (casi diez veces la volatilidad implícita correspondiente a una opción En-el-Dinero).

Así, Beckers propone un criterio de ponderación que consiste en considerar simplemente una volatilidad implícita, la de la opción más sensitiva a la desviación estándar (*i.e.*, la que se encuentre más cerca de la condición En-el-Dinero), a la que denominó AMISD por sus siglas en inglés *at the money implicit standard deviation*.¹⁸ Bajo la simbología de la ecuación (19), el método de Beckers puede escribirse como:

¹⁶ Latané, H. A. y R. J. Rendleman (1976), "Standard deviations of stock price ratios implied in option prices", en *The Journal of Finance*, 31-2, pp. 371.

¹⁷ Chiras, D. P. y S. Manaster (1978), "The information content of option prices and a test of market efficiency", en *Journal of Financial Economics*, 6, pp. 216.

¹⁸ Véase Beckers, S. (1981), "Standard deviations implied in option prices as predictors of future stock price variability", en *Journal of Banking and Finance*, 5, pp. 370.

$$VIP_{AMISD} = \sum_{j=1}^N w_j \sigma(\tau_j, X_j) \left\{ \begin{array}{l} \text{con } w_j = 1 \text{ sólo para la opción con la mayor } \frac{\partial C}{\partial \sigma} \\ \text{con } w_j = 0 \text{ para las demás opciones de la clase} \end{array} \right.$$

De esta forma, el criterio de Beckers excluye a todas las opciones en condiciones Dentro y Fuera-del-Dinero, pues un mínimo cambio en el precio de éste tipo de títulos opcionales y de la acción, trae consigo fuertes efectos sobre las volatilidades implícitas. La investigación de éste estudioso demostró que, al calcular las volatilidades implícitas a partir de los precios de cierre diarios de la acción y la opción, y usando este método, se producía una predicción tan buena de la volatilidad esperada como la obtenida mediante otros esquemas de ponderación.

Sin embargo, esta aproximación ha sido criticada porque la información contenida en las opciones eliminadas (aquellas para las que la sensibilidad no es la mayor) se pierde.

4. Procedimiento de Chiras y Manaster.

Prosiguiendo con la descripción de los distintos métodos de ponderación no podemos pasar por alto la trascendencia del estudio realizado por Chiras y Manaster (1978), quienes calcularon la volatilidad del rendimiento de las acciones en base a la información sobre la condición actual del mercado, encontrando que los precios de distintas opciones sobre el mismo valor subyacente daban como resultado diferentes desviaciones estándares implícitas. Asimismo, si el modelo de valuación era el correcto y la verdadera volatilidad del rendimiento era única, la presencia de múltiples volatilidades implícitas significaba que los precios observados de las opciones no estaban en equilibrio, lo cual probaron al identificar instrumentos “subvaluados” y “sobreevaluados”. Además, uno de los puntos sobresalientes en su artículo es que a través de éste introducen un método para determinar una valuación colectiva de la volatilidad que captura satisfactoriamente la información para cada volatilidad implícita, a la que denominaron WISD por sus siglas en inglés *weighted implicit standard deviation*.¹⁹

Ahora bien, la investigación efectuada por Chiras y Manaster se muestra consistente con una medida racional del rendimiento al proponer un esquema de ponderación que considera la elasticidad del precio de las opciones respecto a sus volatilidades implícitas. Dicho de otra forma, éste método repara en el porcentaje de cambio en el precio del título opcional con referencia al porcentaje de cambio en su volatilidad implícita. De éste modo, se asume $w_j = \epsilon_j = \left(\frac{\partial C}{\partial \sigma} \right) \left(\frac{\sigma}{C} \right)$

donde ϵ_j denota la elasticidad mencionada.

Cabe hacer mención que Day y Lewis (1988) examinaron tanto el esquema de Latané y Rendleman como el de Chiras y Manaster, e indicaron que el primer procedimiento, de hecho si

¹⁹ Chiras, D. P. y S. Manaster (1978), *op. cit.*

otorgaba un mayor peso a las volatilidades implícitas de opciones En-el-Dinero, mientras que el segundo concentraba el precio en opciones Fuera-del-Dinero.

En 1990, Turvey encontró evidencia de que el empleo del promedio aritmético así como el procedimiento de Chiras y Manaster, tendían a sobrestimar las primas de las opciones, mientras que las aproximaciones de Beckers y Latané y Rendleman las subestimaban.

No obstante, la mayoría de los estudios contemporáneos enfocados al comportamiento de la volatilidad han utilizado el criterio de ponderación de Chiras y Manaster por los satisfactorios resultados que arroja respecto a otros procedimientos, y especialmente para los fines comparativos relacionados con la volatilidad basada en datos históricos y estimadores alternativos. Como ejemplo, tenemos entre otros a Macbeth y Merville (1979), Han y Misra (1990), así como Franks y Schwartz (1991).

A pesar de estos juicios críticos, el análisis del desempeño futuro de las volatilidades implícitas ponderadas es importante. Como se puede apreciar claramente, cada método predispone en una u otra forma el precio de la opción. La presente investigación y, particularmente, la fase encaminada a realizar un estudio para determinar la relativa ventaja de la volatilidad implícita sobre la volatilidad histórica, misma que se presenta en la sección siguiente, considera en uno de sus casos el esquema de ponderación propuesto por Chiras y Manaster para tales efectos. Ya que pensamos, entre otras argumentaciones, que es razonable que cuanto más sensitivo es el precio de la opción a los cambios en la desviación estándar, más exacto sea el estimador de la volatilidad implícita en relación al valor de la verdadera volatilidad futura. De esta forma, en la medida en que se asuma la eficiencia del mercado y, por tal, que los precios reflejen completamente toda la información disponible, se esperará que la volatilidad implícita ponderada resultante reflejara la desviación estándar futura en forma más aproximada que la volatilidad basada en datos históricos.

Por tanto, siguiendo el modelo de la ecuación (19), se presenta el criterio adoptado:

$$VIP^* = \frac{\sum_{j=1}^N \sigma(\tau_j, X_j) \frac{\partial C_j}{\partial \sigma_j} \frac{\sigma_j}{C_j}}{\sum_j \frac{\partial C_j}{\partial \sigma_j} \frac{\sigma_j}{C_j}} \dots\dots\dots (20)$$

4.4 ¿Cuál es la volatilidad apropiada para ser considerada en el modelo de valuación de títulos opcionales? Un estudio comparativo

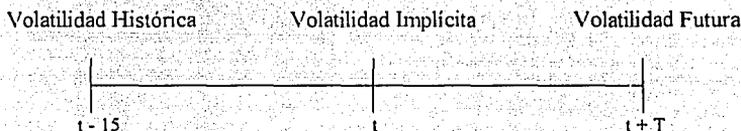
En el análisis para determinar el carácter predictivo de los precios de los títulos opcionales referidos particularmente a acciones, en términos de la volatilidad que efectivamente experimenta en el futuro el bien subyacente, se emplearon los datos que sirvieron como base en el examen valuatorio de los modelos del capítulo anterior (ver sección 3.3:1).

Además, dado el enfoque de esta parte del trabajo, fue necesario contar con los precios por acción, comprendiendo un periodo de 16 semanas previas a cada fecha de observación.

De esta forma, las cotizaciones accionarias fueron colectadas a partir del 10 de septiembre de 1993 y hasta el 31 de diciembre de 1994²⁰, con el objeto de contar con estimaciones de la volatilidad histórica desde el 31 de diciembre de 1993 en base a los rendimientos históricos comprendidos entre esa fecha y 15 semanas anteriores.

Si bien es cierto esperar que conforme sea mayor la cantidad de datos sea más probable generar estimadores más exactos, en nuestro caso tuvimos que considerar que el parámetro volatilidad de hecho sí experimenta cambios a lo largo del tiempo. Por lo que, para el caso de la volatilidad histórica, incluir en el análisis datos muy anteriores, podría no ser muy adecuado para hacer predicciones futuras sobre dicha volatilidad. Es por ello que se decidió emplear la historia de los rendimientos accionarios de aproximadamente de 3 meses y medio, para cada momento de los cálculos relativos a la desviación estándar histórica.

Ahora bien, a continuación planteamos una figura que dotará al lector de un panorama inicial sobre el procedimiento a seguir.



De esta manera, se parte de la hipótesis de que la información contenida en la *volatilidad implícita* debe explicar la *volatilidad futura* del rendimiento del precio de las acciones subyacentes durante el plazo de vigencia de la opción, y esto se evalúa respecto a la repercusión que tiene la *volatilidad histórica* sobre la *volatilidad futura*. Para ello, se tienen las ecuaciones de regresión siguientes:

$$VF_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 VH_{it} + E_{it} \quad \dots\dots\dots (21)$$

$$VF_{it} = \beta_0 + \beta_1 VI_{it} + e_{it} \quad \dots\dots\dots (22)$$

donde *i* representa los 15 casos de análisis y *t* las diferentes observaciones a lo largo del tiempo para cada *i*-ésimo caso. Además,

- VF_{it} Desviación estándar "futura" de la *i*-ésima acción, considerada desde *t* a *t+T*, es decir, por el tiempo al vencimiento del warrant.
- VH_{it} Desviación estándar histórica de la *i*-ésima acción, obtenida de *t-15* a *t*.

²⁰ Cabe mencionar que éste periodo finalizó hasta el 13 de enero de 1995 únicamente en tres de los casos.

V_{it}	Desviación estándar implícita de la i -ésima acción subyacente a un warrant, calculada en t . ²¹
α_0, α_1	Coefficientes intercepción y pendiente por el método de mínimos cuadrados ordinarios para la ecuación (21).
β_0, β_1	Coefficientes intercepción y pendiente por el método de mínimos cuadrados ordinarios para la ecuación (22).
E_{it}, e_{it}	Términos perturbación.

En sí, se utilizarán las ecuaciones (21) y (22) para analizar los datos en términos explicativos del comportamiento de las volatilidades histórica e implícita en su repercusión sobre la volatilidad futura. El objetivo principal de ello es probar la hipótesis de que la V expone mejor, en comparación con la VH , el comportamiento de la VF .

Respecto a la dependencia que pudiera existir entre la volatilidad implícita y la volatilidad futura, más que presentar una relación estricta de causalidad, consideraremos a la volatilidad implícita como una variable observable a partir del mercado y, por lo tanto, útil para propósitos de pronóstico posteriores, una vez que se haya comprobado la hipótesis antedicha.

De esta forma las VH 's y las V 's se comparan contra las VF 's para determinar el mejor estimador para la muestra en estudio.

Cabe agregar que, para los propósitos de cálculo y una vez que se ha definido el horizonte a estudiar, de tal forma que se cuenta con información "futura" (que en realidad es ya una volatilidad realizada en el estudio) del comportamiento de los warrants y sus acciones subyacentes hasta la fecha de vencimiento, la desviación estándar futura se calcula bajo el mismo procedimiento que se refiere para la volatilidad histórica pero adoptando los datos "futuros". Y ésta última, al igual que la volatilidad implícita, se calcula en la forma descrita en la Sección 3 del presente capítulo. Asimismo, para la V se empleó el método Newton-Raphson con la solución inicial descrita y con una tolerancia de error de 0.0001.

Pues bien, una vez que han sido llevadas a cabo las regresiones planteadas en las ecuaciones (21) y (22)²², tentativamente podríamos pensar en la estadística R^2 como un indicador del poder explicativo de las volatilidades, de tal forma que el mayor valor de dicha estadística revelaría el mejor ajuste de las volatilidades histórica o implícita, según fuese el caso, respecto a la volatilidad futura. En otras palabras, R^2 nos estaría señalando la volatilidad que podría predecir en forma más aproximada a la volatilidad futura.

Sin embargo, este planteamiento no es del todo satisfactorio, ya que se podría presentar el caso de que alguna de las ecuaciones expusiera la menor R^2 , pero que sus términos intercepción y pendiente fuesen significativamente iguales a cero y uno, respectivamente. Y, por otro lado, la ecuación restante podría revelar la mayor R^2 , pero con los coeficientes antedichos significativamente diferentes. De esta forma, es realmente el primer caso el que indicaría la

²¹ En el caso de las acciones de GCARSO A1, dicha volatilidad implícita fue ponderada por el Método de Chiras y Manaster. Respecto a los warrants sobre CEMEX B, y TELMEX L el procedimiento de ponderación no se efectuó debido a que los títulos no presentaban características comunes a una "clase".

²² Los listados de las corridas de las regresiones se presentan en el Anexo que se presenta al final del trabajo.

ventaja de su variable explicativa comparativamente con la otra variable propuesta, pese a que la R^2 por sí sola no revelara este hecho.

Consecuentemente, se efectuaron las pruebas de hipótesis concernientes a cada uno de los términos mencionados. En primera instancia se probó la hipótesis nula de que el coeficiente intercepción de cada una de las ecuaciones (dado por α_0 y β_0 , respectivamente) era cero. Es decir,

$$H_0: \theta_0 = 0 \quad \text{vs.} \quad H_a: \theta_0 \neq 0$$

donde θ_0 denota al término intercepción de las ecuaciones (21) y (22). Además, se sabe que la estadística de prueba es:

$$t_c = \frac{\hat{\theta}_0}{s.e.\hat{\theta}_0} \sim t_{n-2, 0.05/2}$$

Siendo $n-2$ los grados de libertad y 5% el nivel de significancia elegido.

Así mismo se plantea la prueba para el término pendiente (θ_1), tal que,

$$H_0: \theta_1 = 1 \quad \text{vs.} \quad H_a: \theta_1 \neq 1$$

donde

$$t_c = \frac{\hat{\theta}_1 - 1}{s.e.\hat{\theta}_1} \sim t_{n-2, 0.05/2}$$

Ahora bien, pasando a los resultados se tuvo que, en general, el promedio de R^2 para los warrants analizados indica que las desviaciones estándares históricas (VH) explicaron aproximadamente 18.51% de las volatilidades futuras (VF) de los rendimientos accionarios. Mientras que las desviaciones estándares implícitas (VI) explicaron un relativamente mayor porcentaje, 21.53%, es decir, la volatilidad implícita explicó un 16.32% más que la histórica, pese a que en ambos casos en realidad dicha estadística es baja.

Tal como se mencionó, no podemos conformarnos con estos resultados, por lo que a continuación se presenta una tabla que expone los datos de análisis más relevantes por cada uno de los títulos opcionales de la muestra.

Donde en el primer renglón de cada ecuación se exponen los coeficientes estimados de la regresión; abajo de cada coeficiente se incluye entre paréntesis el error estándar de cada uno; así, el siguiente renglón muestra las estadísticas de prueba correspondientes; finalmente, en la parte derecha de cada ecuación se anexa el valor de R^2 .

Todos ellos tanto para la ecuación cuya variable explicativa es VH , como para aquella en la que dicha variable es VI .

Apasco "A" (APA403A)	0.3105 + 0.3990 <i>VH</i> (0.1724) (0.4835) (-1.8010) ¹ (-1.2429)	$R^2 = 0.0637$
	0.4472 + 0.0058 <i>VI</i> (0.0284) (0.0241) (15.7680) (-41.2442)	$R^2 = 0.0057$
Comerci "B" (CCM410A)	1.6004 - 0.3419 <i>VH</i> (0.1696) (-0.0861) (9.4383) (-15.5860)	$R^2 = 0.2828$
	1.8309 - 1.0497 <i>VI</i> (0.5052) (-0.7287) (3.6240) (-2.8126)	$R^2 = 0.0493$
Cifra "B" (CFR408A)	0.5782 - 0.4973 <i>VH</i> (0.0898) (0.2505) (6.4366) (-5.9777)	$R^2 = 0.1097$
	0.2883 + 0.2918 <i>VI</i> (0.0409) (0.1022) (7.0431) (-6.9270)	$R^2 = 0.2029$
Cifra "C" (CFR408A)	0.3031 - 0.0764 <i>VH</i> (-0.0865) (-0.2816) (3.5021) (-3.8231)	$R^2 = 0.0023$
	0.2623 + 0.0255 <i>VI</i> (0.0209) (0.0272) (12.5304) (-35.8030)	$R^2 = 0.0267$
Cemex "B" (CMX412A)	0.5472 - 0.2186 <i>VH</i> (0.0400) (0.0741) (13.6826) (-16.4503)	$R^2 = 0.1563$
	0.1926 + 0.4586 <i>VI</i> (0.0193) (-0.0325) (9.9773) (-16.6609)	$R^2 = 0.8091$
Cemex "B" (CMX406A)	0.9435 - 0.5454 <i>VH</i> (0.0958) (-0.2027) (9.8446) (-7.6233)	$R^2 = 0.2476$
	0.3401 + 0.4364 <i>VI</i> (0.0996) (0.1052) (3.4153) (-5.3532)	$R^2 = 0.4386$

Cemex "B" (CMX408A)	0.7884 - 0.2284 <i>VH</i>	$R^2 = 0.2136$
	(0.0463) (0.0800) (17.0078) (-15.3479)	
	0.2739 + 0.6059 <i>VI</i>	$R^2 = 0.5197$
	(0.0716) (0.1063) (3.8254) (-3.7053)	
Desc "B" (DSC501A)	0.4942 - 0.0294 <i>VH</i>	$R^2 = 0.0014$
	(0.0589) (0.1059) (8.3818) (-9.7213)	
	0.3905 + 0.1184 <i>VI</i>	$R^2 = 0.3117$
	(0.0206) (0.0244) (18.9790) (-36.1358)	
Gcarso "A1" (GCA501A) ²	0.4436 - 0.1888 <i>VH</i>	$R^2 = 0.1608$
	(0.0256) (0.0598) (17.3386) (-19.8730)	
	0.3998 - 0.0379 <i>VI</i>	$R^2 = 0.0432$
	(0.0230) (0.0247) (17.4021) (-41.9301)	
Ica (ICA411A)	0.2069 + 0.2657 <i>VH</i>	$R^2 = 0.1185$
	(0.0435) (0.1093) (4.7564) (-6.7197)	
	0.2766 + 0.0827 <i>VI</i>	$R^2 = 0.0557$
	(0.0228) (0.0513) (12.1413) (-17.8641)	
Maseca "B" (MSC410A)	0.5630 - 0.5188 <i>VH</i>	$R^2 = 0.2080$
	(0.0669) (0.1600) (8.4173) (-9.4889)	
	0.2053 + 0.2805 <i>VI</i>	$R^2 = 0.3568$
	(0.0336) (0.0596) (6.1067) (-12.0787)	
TMM "L" (TMM412A)	0.5756 - 0.1871 <i>VH</i>	$R^2 = 0.1522$
	(0.0344) (0.0644) (16.7251) (-18.4365)	
	0.4975 - 0.0197 <i>VI</i>	$R^2 = 0.0139$
	(0.0242) (0.0242) (20.5424) (-42.1672)	

Telmex "L" (TMX404A)	0.6693 - 1.7942 <i>VH</i>	$R^2 = 0.2928$
	(0.1869) (0.7452) (3.5819) (-3.7497)	
	0.1846 + 0.0463 <i>VI</i>	$R^2 = 0.2099$
	(0.0254) (0.0240) (7.2520) (-39.6827)	
Telmex "L" (TMX410A)	0.4052 - 0.6075 <i>VH</i>	$R^2 = 0.1483$
	(0.0577) (0.2302) (7.0197) (-6.9831)	
	0.2264 + 0.0470 <i>VI</i>	$R^2 = 0.1233$
	(0.0122) (0.0198) (18.5326) (-48.1110)	
Vitro (VTR408A)	0.7039 - 0.7813 <i>VH</i>	$R^2 = 0.6183$
	(0.0478) (0.1120) (14.7135) (-15.8934)	
	0.4211 - 0.0927 <i>VI</i>	$R^2 = 0.0621$
	(0.0349) (0.0657) (12.0687) (-16.6182)	

Nota: La variable dependiente para las regresiones fue VF, y éstas ajustaron por OLS a una recta.

¹ Valor estadísticamente significativo a un nivel de significancia del 10%.

² La volatilidad implícita fue ponderada por el Procedimiento de Chiras y Manaster.

Tabla 4-2. Resultados de la valuación predictiva de las volatilidades histórica e implícita.

En aquellos casos en que los estimadores intercepción y pendiente fueron estadísticamente significativos tanto en la ecuación (21) como en la (22) -cabe hacer mención que dichos casos representaron la mayoría- se volvió a recurrir al valor de R^2 para definir la ventaja de alguna de las volatilidades propuestas.

Es así como *VI* fue mejor en 46.67% de los casos y, por su parte, la *VH* lo fue en los 53.33% restantes. Sin embargo, sabemos que en términos cuantitativos la R^2 de la *VI* fue en promedio mayor que la respectiva de la *VH*.

Además, es importante señalar que se encontraron algunos casos en los que los coeficientes fueron negativos, lo que demuestra cierta inconsistencia pues empíricamente se ha demostrado lo contrario.

Finalmente, no podemos concluir que alguna de las volatilidades (*VH* ó *VI*) es mejor predictor de la *VF*, ya que el análisis no indicó una fuerte evidencia acerca de la ventaja de una de las volatilidades en comparación, es más, pensamos que los resultados arrojados fueron deficientes y al mismo tiempo, muy similares para ambos casos.

En base a las conclusiones obtenidas en el estudio comparativo del capítulo anterior, se puede pensar que la imprecisión de los resultados de este apartado pudo ser consecuencia de las ineficiencias del propio mercado. Es decir, si el comportamiento del mercado no fue el adecuado,

no podemos afirmar que la expectativa del mismo sobre la volatilidad futura de un rendimiento accionario, expresada en la volatilidad implícita (VI), sea confiable. Por lo tanto, este hecho podría estar opacando la posible superioridad de la VI sobre la VH .

Considerando que habría que efectuar una prueba de eficiencia del mercado de títulos opcionales durante el periodo Dic.93-Dic.94 para poder validar la hipótesis anterior, y dado que el alcance del presente trabajo se limita a los resultados expuestos, dejamos propuesta para estudios posteriores este tema y concluimos que, tanto la volatilidad histórica como la volatilidad implícita, no se presentaron como buenas aproximaciones para la volatilidad futura de los rendimientos accionarios a lo largo del tiempo elegido para esta investigación.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Ante el importante desarrollo de nuevos productos en los mercados financieros, se ha hecho necesario que los participantes canalicen esfuerzos al estudio de dichos instrumentos. Nos referimos particularmente a los llamados "Productos Derivados" y en especial a un tipo de producto derivado que se ha distinguido por sus mercados beneficios, los *Titulos Opcionales (Warrants)*. Y precisamente por esta necesidad latente de adquirir una cultura financiera acorde con los avances en materia bursatil, fue que se realizó el presente trabajo de investigación, cuyo enfoque busca ofrecer tanto teórica como prácticamente, la información que se requiere conocer acerca de los títulos opcionales, fundamentalmente en relación a sus mecánicas de valuación y de estrategias de operación e inversión.

De esta forma fue que se logró el objetivo general planteado en el diseño del estudio, primeramente en términos del reconocimiento de la importancia de estos instrumentos dentro del Mercado de Valores Mexicano, así como de la descripción y examen de sus procesos de valuación.

En este sentido y con el fin de identificar un método alternativo para generar los precios de los títulos opcionales, se llevó a cabo el análisis comparativo entre el modelo Black & Scholes y el modelo de Raíz Cuadrada, mejor conocido como SRCEV. Cabe mencionar que el modelo Black & Scholes se ha venido empleando como uno de los pocos métodos aproximados para la determinación de la prima de los títulos opcionales; sin embargo, la rigidez de sus supuestos dieron la pauta para considerar la metodología propuesta por Cox y Ross (1976) para estos propósitos. En donde, si bien éste último expone bases teóricas más apegadas con la realidad, no demostró ser significativamente mejor que el modelo Black & Scholes, pues los resultados de ambos métodos fueron muy similares y ninguno de ellos manifestó ventajas absolutas sobre su contrario, sino sólo ventajas relativas dependiendo de la condición en el dinero y la vigencia del instrumento.

En el mismo ámbito del proceso de estimación de la prima de los títulos opcionales, se analizó la conveniencia de emplear a la volatilidad implícita del precio de mercado del derivado para aproximar la volatilidad futura de los rendimientos accionarios, donde también se llevó a cabo un examen relativo a la verificación de este objetivo particular. En este examen se evaluaron las características informativas tanto de la volatilidad implícita como de la volatilidad histórica, ambas en términos de la volatilidad futura realizada. Sin embargo, los resultados de esta parte del

trabajo tampoco mostraron evidencia suficiente para afirmar que la volatilidad implícita estimaba mejor a la volatilidad futura que lo que lo hacía la volatilidad basada en datos históricos.

No obstante, a partir de lo anterior podemos pensar en un hecho importante común a la observación de los resultados, tanto del análisis del capítulo tercero como del cuarto, que es la posible ineficiencia del mercado de títulos opcionales durante el período de observación. Lo cual no está muy alejado de la realidad, pues en ese momento el mercado sólo contaba con aproximadamente dos años de haberse iniciado en el Mercado de Valores Nacional. Desafortunadamente, durante el lapso de análisis las transacciones negociadas en el mercado de los títulos opcionales, y por ende la liquidez de los mismos, se mostró insuficiente para suministrar una cabal información acerca del mercado. Es más, hasta ese momento podríamos considerar que el mercado era pequeño y con un número reducido de emisoras, lo que pudo haber ocasionado la falta de negociaciones y la carencia de continuidad en la operación, de tal suerte que la bursatilidad se concentraba sólo en algunos títulos.

Es aquí donde corresponde a los propios participantes fomentar la actividad bursátil, y con ello la eficiencia de éste mercado, para posteriormente poder incursionar en la operación de un mercado integral de productos derivados bajo niveles internacionales de negociación. Sin embargo, es conocido el hecho que el Sistema Financiero Mexicano ha estado dominado por un pequeño grupo de bancos comerciales que han sido los principales emisores de derivados. Y por ello es necesario que la participación financiera se generalice a otro tipo de individuos e instituciones, tales como las instituciones de seguros, los fondos de pensiones, etc.

Además la competencia de los mercados de derivados extranjeros, principalmente de Estados Unidos, que son mucho más líquidos que los de México, nos obliga a avanzar en el campo de los productos derivados, para no sólo importar las figuras financieras, sino crear las propias en conjunto con la continua capacitación en materia de Finanzas, así como buscando ofrecer niveles eficientes de negociación.

Está claro que los títulos opcionales (warrants) han demostrado ser instrumentos financieros altamente ventajosos, pues si recordamos amplían la gama de combinaciones riesgo-rendimiento que desea asumir el inversionista en sus posiciones, son útiles mecanismos de cobertura y de transferencia de riesgo; su negociación permite efectuar operaciones de riesgo a un determinado plazo, con una inversión menor que la requerida por los instrumentos tradicionales y donde la rentabilidad del inversionista, bajo cambios favorables en los precios, es mayor para el poseedor del título opcional que cuantitativamente la pérdida en caso de un escenario adverso, pues ésta se limita a la erogación de la prima. Asimismo, a nivel de bolsa, amplían la base de los mercados al contado y del derivado a cambio de la reducción en los costos de intermediación; brindan mayor liquidez y estabilidad al mercado, al tiempo que favorecen la penetración financiera y con ello la internacionalización del mercado. Además la experiencia sugiere que los títulos opcionales favorecen la formación de precios al reducir la volatilidad del precio de los activos subyacentes, al acrecentar su volumen negociado y al disminuir los márgenes entre los precios de compra y de venta en el mercado al contado. Lo que se cumple cuando la prima del título opcional proporciona información sobre la expectativa del mercado sobre los precios y volatilidad de los bienes subyacentes.

Después de analizar la naturaleza técnica y de operación de los títulos opcionales así como las ventajas que éstos conllevan, faltaría definir las condiciones que se requerirían para

implementar totalmente un mercado eficiente de derivados, que es la fase final que se espera alcanzar en el Mercado de Valores Mexicano. Entre otras condiciones se sugieren:

- El desarrollo del mercado de títulos opcionales, y posteriormente el de derivados si es que se implanta, debe guardar congruencia con la estructura del sistema financiero nacional.
- El mercado del derivado debe estar lo suficientemente organizado y negociar con activos bien estandarizados para contar con costos de transacción más bajos.
- Un componente importante en estos mercados es la cámara de compensación, que debe desempeñarse como operadora oficial en cada transacción de derivados. En este sentido, la S.D. Indeval y las autoridades financieras mexicanas decidieron crear la Cámara de Compensación y Liquidación, S.A. de C.V., cuya puesta en marcha será paralela al inicio de operaciones de la Bolsa de Opciones y Futuros, mismo que será en fecha próxima.
- Los mercados de derivados deben desarrollarse gradualmente, ya que los inversionistas han de aprender a usar eficientemente los nuevos derivados financieros para el manejo de sus estrategias. En otras palabras, la experiencia es importante para el buen uso de los mercados de derivados en el diseño de estrategias de inversión de los operadores, por lo que es obvio que la plena información acerca de los nuevos derivados deba ser igualmente accesible para todos los agentes.
- Toda vez que la función esencial de los derivados es el manejo del riesgo, para que este instrumento tenga éxito, el precio en el mercado al contado del bien subyacente debe ser volátil e impredecible, y su volumen negociado debe ser suficiente para provocar la liquidez necesaria que permita al mercado establecer expectativas.
- Un mercado de derivados, así como el mercado al contado, debe contar con la participación activa de los diversos agentes (entre otros, operadores de coberturas, especuladores e intermediarios).

También es importante mencionar que otra de las ventajas principales de los derivados es su capacidad de “completar” los mercados financieros para crear títulos con características de rendimiento que se correspondan con situaciones inseguras de la Economía. Lo cual permite a su vez adecuar las preferencias y las expectativas referentes al precio futuro de las mercancías, con lo que se fijan precios más eficientemente y los agentes económicos pueden asignar de manera más eficaz sus recursos en los mercados y en el tiempo, pese a la posible presencia de incertidumbre de los acontecimientos económicos.

Finalmente diremos que todos los aspectos mencionados en este apartado sirven de base para afirmar que, dado que se ha comprobado que los títulos opcionales representan instrumentos altamente ventajosos al Sistema Financiero Nacional, uno de los fines ulteriores de este trabajo es precisamente dotar de la información necesaria para el conocimiento y utilización de los mismos. Es por ello que la tesis puede incluso servir de manual para expertos financieros, economistas, contadores y administradores de empresas en ejercicio, así como para todo profesionista interesado en el mercado de productos derivados y, más particularmente, en el mercado de títulos opcionales. En especial, pensamos que el alumno de la carrera de Actuaría encontrará en este texto, al igual que lo hicimos nosotros, otro campo fascinante del ámbito de las Finanzas que al mismo tiempo parecería tener relación con el terreno de los Seguros por la definición misma del contrato de títulos opcionales.

Sin embargo también creemos que el alcance del trabajo no se limita únicamente a lo expresado en el párrafo anterior, pues a lo largo de la investigación se han dejado planteados otros estudios secundarios que bien podrían realizarse con base en nuestro trabajo, tales como la comprobación de la eficiencia del mercado al contado y de títulos opcionales durante el periodo de los análisis cubiertos en los últimos capítulos, el examen del efecto que este tipo de derivados ha ejercido sobre el mercado accionario, etcétera. Por lo que esperamos al mismo tiempo fomentar más estudios sobre el tema, que consecuentemente estimulen la actividad bursátil y la estabilidad de la volatilidad en el Mercado de Valores.

BIBLIOGRAFÍA.

TEXTOS.

- ALEXANDER, G. Y SHARPE, W. (1985), *INVESTMENT*, PRENTICE-HALL, ENGLEWOOD CLIFFS, NUEVA JERSEY.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE CASAS DE BOLSA, A.C. (1989), *EL MERCADO DE VALORES MEXICANO. ANÁLISIS Y PERSPECTIVA*, A.M.C.B., MÉXICO, D.F.
- BAENA PAZ, G. (1984), *INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN*, EDITORES MEXICANOS UNIDOS, S.A., MÉXICO, D.F.
- BARENBLAT, S. C. (1992), *STOCK INDEX OPTIONS*, PROBUS, CHICAGO, ILLINOIS.
- BOOKSTABER, R. M. (1987), *OPTION PRICING AND INVESTMENT STRATEGIES*, PROBUS PUBLISHING, CHICAGO, E.U.
- BOSCH GARCÍA, C. (1963), *LA TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL*, U.N.A.M., ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES, MÉXICO, D.F.
- COX, J. Y RUBINSTEIN, M. (1985), *OPTIONS MARKETS*, PRENTICE-HALL, ENGLEWOOD CLIFFS, NUEVA JERSEY.
- DIEZ DE CASTRO, L. Y MASCAREÑAS, J. (1991), *INGENIERÍA FINANCIERA*, McGRAW-HILL, MADRID, ESPAÑA.
- DUBOTSKY, D. A. (1992), *OPTIONS AND FINANCIAL FUTURES: VALUATION AND USES*, McGRAW-HILL, NUEVA YORK, E.U.
- EADES, S. Y MESLER, D. T. (1992), *OPTIONS, HEDGING AND ARBITRAGE*, PROBUS, CHICAGO, ILLINOIS.
- EDWARDS, F. R., *et al.* (1992), *FUTURES AND OPTIONS*, McGRAW-HILL, NUEVA YORK, E.U.
- GROSS, L. (1989), *THE CONSERVATIVE INVESTOR'S GUIDE TO TRADING OPTIONS*, NEW YORK INSTITUTE OF FINANCE, NUEVA YORK, E.U.
- GUJARATI, D. N. (1990), *ECONOMETRÍA*, 2ª ed., McGRAW-HILL LATINOAMERICANA, S.A., BOGOTÁ, COLOMBIA.
- HULL, J. (1989), *OPTIONS, FUTURES, AND OTHER DERIVATIVE SECURITIES*, PRENTICE-HALL, ENGLEWOOD CLIFFS, NUEVA JERSEY, E.U.
- INTRILIGATOR, M. D. (1990), *MODELOS ECONOMÉTRICOS, TÉCNICAS Y APLICACIONES*, FONDO DE CULTURA ECONÓMICA, MÉXICO, D.F.

MANSELL, CARSTENS C. (1992), *LAS NUEVAS FINANZAS EN MÉXICO*, EDITORIAL MILENIO, S.A., MÉXICO, D.F.

MOOD, A. M. Y GRAYBILL, F.A. (1986). *INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE LA ESTADÍSTICA*, 2ª. ed., AGUILAR, MADRID, ESPAÑA.

TABORGA, HUÁSCAR (1980), *CÓMO HACER UNA TESIS*, GRIJALBO, MÉXICO, D.F.

WONG, M. A. (1991), *TRADING AND INVESTING IN BOND OPTION: RISK MANAGEMENT, ARBITRAGE AND VALUE*, J. WILEY, NUEVA YORK, E.U.

ARTÍCULOS.

ANDERSON, R. W. (1985), "SOME DETERMINANTS OF THE VOLATILITY OF FUTURES PRICES", EN THE JOURNAL OF FUTURES MARKETS, 5-3; pp. 331-347.

BECKERS, S. (1980), "THE CONSTANT ELASTICITY OF VARIANCE MODEL AND ITS IMPLICATIONS FOR OPTION PRICING", EN THE JOURNAL OF FINANCE, 35, pp. 661-673.

_____. (1981), "STANDARD DEVIATION IMPLIED IN OPTION PRICES AS PREDICTORS OF FUTURE STOCK PRICE VARIABILITY", EN JOURNAL OF BANKING AND FINANCE, 5, pp. 363-381.

BLACK, F. Y M. SCHOLES (1972), "THE VALUATION OF OPTION CONTRACTS AND A TEST OF MARKET EFFICIENCY", EN THE JOURNAL OF FINANCE, 27, pp. 399-418.

_____. (1973), "THE PRICING OF OPTIONS AND CORPORATE LIABILITIES", EN JOURNAL OF POLITICAL ECONOMY, 81, pp. 637-659.

BLACK, F. (1975), "FACT AND FANTASY IN THE USE OF OPTIONS", EN FINANCIAL ANALYSTS JOURNAL, 31, pp. 36-72.

BLACK, F. Y J. C. COX (1976), "VALUING CORPORATE SECURITIES: SOME EFFECT OF BOND INDENTURE PROVISIONS", EN THE JOURNAL OF FINANCE, 31-2, pp. 351-381.

CHIRAS, D. P. Y S. MANASTER (1978), "THE INFORMATION CONTENT OF OPTION PRICES AND A TEST OF MARKET EFFICIENCY", EN JOURNAL OF FINANCIAL ECONOMICS, 6, pp. 213-234.

CORNELL, B. Y M. R. REINGANUM (1981), "FORWARD AND FUTURES PRICES: EVIDENCE FROM THE FOREIGN EXCHANGE MARKETS", EN THE JOURNAL OF FINANCE, 36-12, pp. 1035-1045.

COX, J. C. Y S. A. ROSS (1976), "THE VALUATION OF OPTION FOR ALTERNATIVE STOCHASTIC PROCESSES", EN JOURNAL OF FINANCIAL ECONOMICS, 3, pp. 145-166.

_____. (1976), "A SURVEY OF SOME NEW RESULTS IN FINANCIAL OPTION PRICING THEORY", EN THE JOURNAL OF FINANCE, 35-2, pp. 383-402.

- COX, J. C., S. A. ROSS Y M. RUBINSTEIN (1979), "*OPTION PRICING: A SIMPLIFIED APPROACH*", EN JOURNAL OF FINANCIAL ECONOMICS, 7, pp. 229-263.
- COX, J. C., J.E. INGERSOLL Y S. A. ROSS (1981), "*THE RELATION BETWEEN FORWARD PRICES AND FUTURES PRICES*", EN JOURNAL OF FINANCIAL ECONOMICS, 9, pp. 321-346.
- GALAI, D. Y M. I. SCHNELLER (1978), "*PRINCING WARRANTS AND THE VALUE OF THE FIRM*", EN THE JOURNAL OF FINANCE, 33-5, pp. 1333-1342.
- JOHNSON, C. (1987), "*AN INTRODUCTION TO OPTIONS*", SALOMON BROTHERS, INC., NUEVA YORK, E.U.
- LATANÉ, H. A. Y R. J. RENDLEMAN (1976), "*STANDARD DEVIATIONS OF STOCK PRICE RATIOS IMPLIED IN OPTION PRICES*", EN THE JOURNAL OF FINANCE, 31-2, pp. 369-381.
- LONGSTAFF, F. A. (1990), "*PRINCING OPTIONS WITH EXTENDIBLE MATURITIES: ANALYSIS AND APPLICATIONS*", EN THE JOURNAL OF FINANCE, 45, pp. 935-957.
- MACBETH, J. D. Y L. J. MERVILLE. (1979), "*AN EMPIRICAL EXAMINATION OF THE BLACK-SCHOLES CALL OPTION PRICING MODEL*", EN THE JOURNAL OF FINANCE, 34-5, pp. 1173-1186.
- _____. (1980), "*TESTS OF THE BLACK-SCHOLES AND COX CALL OPTION VALUATION MODELS*", EN THE JOURNAL OF FINANCE, 35-2, pp. 285-301.
- MACFARLANE, J., D. R. ROSS Y J. SHOWERS (1985), "*THE INTEREST RATE SWAPS MARKET: YIELD MATHEMATICS, TERMINOLOGY AND CONTENTIONS*", SALOMON BROTHERS, INC., NUEVA YORK, E.U.
- MANASTER, S. (1980), "*DISCUSSION*", EN THE JOURNAL OF FINANCE, 35-2, pp. 301-303.
- MANASTER, S. Y R. J. RENDLEMAN (1982), "*OPTION PRICES AS PREDICTORS OF EQUILIBRIUM STOCK PRICES*", EN THE JOURNAL OF FINANCE, 37-4, pp. 1043-1058.
- MERTON, R. C. (1973), "*THE THEORY OF RATIONAL OPTION PRICING*", EN THE BELL JOURNAL OF ECONOMICS AND MANAGEMENT SCIENCE, 4-1, pp. 141-183.
- _____. (1980), "*AN ESTIMATING EXPECTED RETURN ON THE MARKET: AN EXPLANATORY INVESTIGATION*", EN JOURNAL OF FINANCIAL ECONOMICS, 8, pp. 323-361.
- NOREEN, E. Y M. WOLFSON (1981), "*EQUILIBRIUM WARRANT PRICING MODELS AND ACCOUNTING FOR EXECUTIVE STOCK OPTIONS*", EN JOURNAL OF ACCOUNTING RESEARCH, 19-2, pp. 384-398.
- PARK, H. Y Y A. H. CHEN (1985), "*DIFFERENCES BETWEEN FUTURES AND FORWARD PRICES: A FURTHER INVESTIGATION OF THE MARKING-TO-MARKET EFFECTS*", EN THE JOURNAL OF FUTURES MARKETS, 5-1, pp. 77-88.

- POTERBA Y SUMMERS (1986), "*THE PERSISTENCE OF VOLATILITY AND STOCK MARKET FLUCTUATIONS*", EN AMERICAN ECONOMICAL VIEW, 76, pp. 1142-1151.
- RUBINSTEIN, M. (1985), "*NONPARAMETRIC TESTS OF ALTERNATIVE OPTION PRICING MODELS USING ALL REPORTED TRADES AND QUOTES ON THE 30 MOST ACTIVE CBOE OPTION CLASSES FROM AUGUST 23, 1976 THROUGH AUGUST 31, 1978*". EN THE JOURNAL OF FINANCE, 40-2, pp. 455-480.
- SCHWARTZ, E. S. (1977), "*THE VALUATION OF WARRANTS: IMPLEMENTING A NEW APPROACH*", EN JOURNAL OF FINANCIAL ECONOMICS, 4, pp. 79-93.
- SHILLER, R. J. (1990), "*MARKET VOLATILITY AND INVESTOR BEHAVIOR*". EN AEA PAPERS AND PROCEEDINGS, 80-2, pp. 58-62.

COMPENDIOS Y DOCUMENTOS DE TRABAJO.

- BOLSA MEXICANA DE VALORES (1991), "*SEMINARIO: FUNDAMENTOS SOBRE LOS MERCADOS DE OPCIONES Y WARRANTS*", EN SERIE DE DIVULGACIÓN BURSÁTIL, B.M.V., MÉXICO, D.F.
- BOLSA MEXICANA DE VALORES (1992), "*FOLLETO B-09, TÍTULOS OPCIONALES (WARRANTS)*", EN SERIE DE DIVULGACIÓN BURSÁTIL, B.M.V., MÉXICO, D.F.
- BOLSA MEXICANA DE VALORES (1993 y 1994), "*SECCIÓN MERCADO DE CAPITALES. MOVIMIENTO DIARIO DEL MERCADO DE VALORES*", EN BOLETÍN BURSÁTIL, VARIOS, B.M.V., MÉXICO, D.F.
- BOLSA MEXICANA DE VALORES (1994), "*ANUARIO ESTADÍSTICO*", EN INDICADORES BURSÁTILES, VARIOS, B.M.V., MÉXICO, D.F.
- SALOMON BROTHERS, INC. (1985), "*UNDERSTANDING DURATION AND VOLATILITY*", EN BOND PORTFOLIO ANALYSIS GROUP, NUEVA YORK, E.U.
- (1975), "*ANALYSIS OF VOLUME AND PRICE PATTERNS IN STOCKS UNDERLYING CBOE OPTIONS, FROM DECEMBER 30, 1974 TO APRIL 30, 1975*". EN THE CHICAGO BOARD OPTIONS EXCHANGE, CHICAGO, E.U.
- (1976), "*ANALYSIS OF VOLUME AND PRICE PATTERNS IN STOCKS UNDERLYING CBOE OPTIONS, FROM DECEMBER 31, 1975 TO JANUARY 16, 1976*". EN THE CHICAGO BOARD OPTIONS EXCHANGE, CHICAGO, E.U.

APÉNDICE A.

Función de densidad logarítmiconormal.

Si Y es una variable aleatoria que sigue una distribución logarítmiconormal, entonces

$$Y = e^X$$

donde $X \sim N(\mu, \sigma^2)$.

Denotemos por $G(y)$ la función de distribución de Y , y por $F(x)$ la correspondiente a X . Se observa que Y es una variable aleatoria positiva, por lo que $G(y) = 0$ para $y < 0$. Y para $y \geq 0$ se tiene,

$$\begin{aligned} G(y) &= P(Y \leq y) = P(e^X \leq y) = P(\ln e^X \leq \ln y) = P(X \leq \ln y) \\ &= F(\ln y) \end{aligned}$$

luego, por la regla de la cadena

$$G'(y) = \begin{cases} F'(\ln y) (1/y) & \text{para } y > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

por lo tanto, la función de densidad de Y está dada por:

$$g(y) = \begin{cases} (1/y) f(\ln y) & \text{para } y > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Ahora bien, como

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} & \text{para } -\infty < x < \infty \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Entonces e^x tiene una función de densidad $g(y)$, dada por

$$g(y) = \begin{cases} \frac{1}{y} \left[\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln y - \mu}{\sigma}\right)^2} \right] & \text{para } y > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Una variable distribuida logarítmiconormalmente puede tomar valores desde 0 a ∞ . La siguiente figura presenta la forma de dicha distribución que, a diferencia de la distribución normal, es asimétrica.

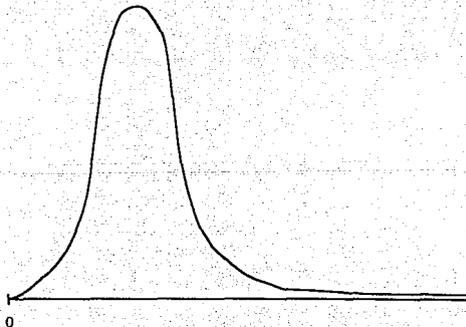


Figura A-1. La distribución logarítmiconormal.

APÉNDICE B.

Método Newton-Raphson.

El método de Newton-Raphson es uno de los métodos numéricos más conocidos y eficaces para la resolución del problema de búsqueda. Por lo que una forma de obtener rápidamente la solución de la volatilidad implícita del modelo de valuación de warrants puede efectuarse mediante éste procedimiento.

De esta forma, a continuación presentamos la fórmula que caracteriza al método:

$$p_n = p_{n-1} - \frac{f(p_{n-1})}{f'(p_{n-1})} \quad \text{con } f'(p_{n-1}) \neq 0 \text{ y } n \geq 1$$

cuya técnica de paro es la siguiente,

$$\frac{|p_n - p_{n-1}|}{|p_n|} < \varepsilon \quad \text{con } p_n \neq 0$$

expresando como

- p_i solución aproximada
- $f(p_i)$ función evaluada en el punto p_i
- $f'(p_i)$ primera derivada de la función f evaluada en el punto p_i
- ε término de tolerancia de error

Aplicando lo anterior a nuestro caso, se comienza con un estimador inicial de la volatilidad y se evalúa el título opcional para el mismo.

Seguidamente se revisa dicha volatilidad inicial restándole una cantidad igual al valor estimado de la opción para ese punto, menos el precio actual de mercado del título (pues en realidad se quiere encontrar la raíz de la función $[f(\sigma) - C]$), dividido por la derivada parcial de la fórmula del modelo de títulos opcionales respecto a la volatilidad, valuada en su estimador inicial. Esto es:

$$\sigma_1 = \sigma_0 - \frac{C(\sigma_0) - C}{C'(\sigma_0)} \quad \text{con } C'(\sigma_0) \neq 0$$

Para el caso del modelo de valuación Black & Scholes, tenemos:

$$C = S N(d_1) - X e^{-rt} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{\tau}$$

donde

C	Precio del título opcional
S	Precio del bien subyacente
X	Precio de ejercicio
r	Tasa instantánea de interés libre de riesgo
τ	Tiempo restante hasta el vencimiento del contrato
σ	Desviación estándar (volatilidad) del bien subyacente
$N(\cdot)$	Función de distribución normal
$\ln(\cdot)$	Logaritmo natural

La derivada parcial de C respecto a σ estará dada por:

$$\begin{aligned} \frac{\partial C}{\partial \sigma} &= SN'(d_1) \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\frac{\sigma^2 \tau}{\sigma \sqrt{\tau}} \right) = SN'(d_1) \frac{\partial}{\partial \sigma} (\sigma \sqrt{\tau}) = SN'(d_1) \sqrt{\tau} \\ &= S \sqrt{\tau} \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{d_1^2}{2}} \right) \end{aligned}$$

Ejemplo. Sean los siguientes valores dados:

C	=	\$15	r	=	8%
S	=	\$300	τ	=	90 días
X	=	\$295			

Si consideramos una volatilidad inicial de $\sigma_0 = 20\%$, tenemos,

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{300}{295}\right) + \left(0.08 + \frac{0.2^2}{2}\right) \frac{90}{360}}{0.2 \sqrt{90/360}} = \frac{0.0168 + (0.1)0.25}{0.2 \sqrt{0.25}} = \frac{0.0168 + 0.025}{0.1} = 0.418$$

$$d_2 = 0.418 - 0.2 \sqrt{0.25} = 0.318$$

$$C'(20\%) = 300 \sqrt{\frac{90}{360}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{0.418^2}{2}} = 54.83$$

$$\begin{aligned} C(20\%) &= 300 N(0.418) - 295 e^{-0.08(0.25)} N(0.318) = 300 N(0.418) - 295(0.9802) N(0.318) \\ &= 300(0.6620) - 289.1586(0.6247) = 198.6180 - 180.6489 \\ &= 17.97 \end{aligned}$$

En virtud del último resultado, calculamos el nuevo estimador de la volatilidad mediante el método en cuestión como sigue,

$$\sigma_1 = 0.20 - \frac{17.97 - 15}{54.83} = 0.20 - 0.054 = 0.1458$$

∴ el estimador de la volatilidad implícita es ahora 14.58% que, evaluado en la fórmula, genera un precio para el warrant de \$14.96. Siguiendo dos iteraciones más se obtiene una volatilidad implícita de 14.69%, cuyo precio iguala al precio de mercado de \$15.

La eficiencia del método Newton-Raphson depende de la elección del estimador inicial de la volatilidad. Pues aunque dicho método presente una rápida convergencia, si no se cuenta con un valor inicial suficientemente aproximado a la solución, el método no garantiza la convergencia.

PRECIO HISTÓRICO POR BIEN SUBYACENTE

Fecha	APASCO A		COMERC B		CITLA B		CHEMEX * B		DRESC B		GRANSA A1	
	Precio	Rt *	Precio	Rt	Precio	Rt	Precio	Rt	Precio	Rt	Precio	Rt
10-sep-93	18.70		6.17		7.66		63.6		13.5		21.9	
17-sep-93	18.30	-0.0216	5.96	-0.0346	7.18	-0.0647	61	-0.0417	12.65	-0.0650	20.6	-0.0612
24-sep-93	18.05	-0.0138	5.9	-0.0101	7.06	-0.0169	60.5	-0.0082	12.1	-0.0445	20.75	0.0073
1-oct-93	18.35	0.0165	5.76	-0.0240	7.06	0.0000	61.2	0.0115	12.1	0.0000	20.65	-0.0048
8-oct-93	19.85	0.0786	5.9	0.0240	7.18	0.0169	61.8	0.0098	13.7	0.1242	21.35	0.0333
15-oct-93	20.35	0.0249	6.08	0.0301	7.6	0.0568	67.6	0.0897	13.95	0.0181	22.3	0.0435
22-oct-93	20.90	0.0267	6.36	0.0450	7.86	0.0336	72.5	0.0700	15.05	0.0759	24	0.0735
29-oct-93	21.10	0.0095	6.26	-0.0158	7.88	0.0025	72.5	0.0000	14.95	-0.0067	24.1	0.0042
5-nov-93	21.30	0.0094	6.2	-0.0096	7.74	-0.0179	74.2	0.0232	14.95	0.0000	23.65	-0.0188
12-nov-93	23.50	0.0983	6.34	0.0223	8.16	0.0528	78	0.0499	15.5	0.0361	25.55	0.0773
19-nov-93	24.20	0.0294	6.18	-0.0256	9.42	0.1436	78.9	0.0115	16.9	0.0865	26.2	0.0251
26-nov-93	26.70	0.0983	6.56	0.0597	9.7	0.0293	81.3	0.0300	18.2	0.0741	28	0.0664
3-dic-93	29.45	0.0980	6.7	0.0211	9.9	0.0204	84.6	0.0398	18.8	0.0324	29.4	0.0488
10-dic-93	28.75	-0.0241	6.4	-0.0458	10.15	0.0249	89	0.0507	18.95	0.0079	31.5	0.0690
17-dic-93	30.35	0.0542	6.36	-0.0061	10.3	0.0147	89.7	0.0078	19.3	0.0183	31.8	0.0095
24-dic-93	31.00	0.0212	6.4	0.0061	10.2	-0.0098	92.1	0.0264	21.1	0.0892	31.7	0.0580

* Rendimiento mensual del bien subyacente

Fecha	UCA *		MASRCA B		TAMI L		TELSEV * L		ITTRO *	
	Precio	Rt	Precio	Rt	Precio	Rt	Precio	Rt	Precio	Rt
10-sep-93	54.6		3.41		32		8.18		19.3	
17-sep-93	53.4	-0.0222	3.27	-0.0419	30.7	-0.0415	7.78	-0.0501	18.2	-0.0587
24-sep-93	54.7	0.0241	3.34	0.0212	29.8	-0.0298	7.92	0.0178	18.35	0.0082
1-oct-93	53.3	-0.0259	3.22	-0.0366	30.4	0.0199	7.84	-0.0102	18.1	-0.0137
8-oct-93	55	0.0314	3.13	-0.0283	30.7	0.0098	7.86	0.0025	18.2	0.0055
15-oct-93	57	0.0357	3.33	0.0619	32.6	0.0600	8.38	0.0641	18.1	-0.0055
22-oct-93	58	0.0174	3.62	0.0835	33.5	0.0272	8.56	0.0213	19.1	0.0538
29-oct-93	58	0.0000	3.7	0.0219	30.9	-0.0808	8.58	0.0023	18.4	-0.0373
5-nov-93	58	0.0000	3.68	-0.0054	28.6	-0.0773	8.16	-0.0502	17.85	-0.0303
12-nov-93	60	0.0339	3.86	0.0478	33.2	0.1491	8.76	0.0710	18.6	0.0412
19-nov-93	67.2	0.1133	4	0.0356	34.8	0.0471	8.82	0.0068	19.2	0.0317
26-nov-93	75	0.1098	4.29	0.0700	34.7	-0.0029	8.86	0.0045	19.3	0.0052
3-dic-93	79.9	0.0633	4.48	0.0433	33.8	-0.0263	9	0.0157	19.5	0.0103
10-dic-93	81	0.0137	4.6	0.0264	34.9	0.0320	9.48	0.0520	19.8	0.0153
17-dic-93	83.4	0.0292	4.6	0.0000	35.4	0.0142	9.78	0.0312	19.35	-0.0230
24-dic-93	88	0.0537	4.65	0.0108	35.8	0.0112	10.15	0.0371	19.6	0.0128

Clave: APA403A
 Serie: DC301
 Bien de Referencia: Apasco A
 Fecha de Vencimiento: 25-mar-94

Fecha	Precio del Bien Suby.	Warrant Ultimo \$	Precio de Ejercicio	Black & Scholes	Cox SRCEI	Ri	Anual		Anual		Anual		
							Varianza HISTORICA	Volat.	Varianza FUTURA	Volat.	Varianza IMPLICITA	Volat.	
31-dic-93	32.30	17.00	14.45	18.189	18.189	16	0.0411	0.0820	0.2863	0.1791	0.4232	0.1156	0.3400
7-ene-94	34.00	17.00	14.45	19.859	19.859	17	0.0513	0.0717	0.2678	0.1798	0.4241	0.0839	0.2897
14-ene-94	31.90	17.00	14.45	17.733	17.733	18	-0.0638	0.1094	0.3307	0.1724	0.4152	0.2219	0.4711
21-ene-94	34.45	17.00	14.45	20.256	20.256	19	0.0769	0.1088	0.3299	0.1797	0.4239	0.0094	0.0969
28-ene-94	33.00	17.00	14.45	18.781	18.781	20	-0.0430	0.1308	0.3617	0.1444	0.3801	0.0464	0.2153
4-feb-94	33.60	17.00	14.45	19.347	19.347	21	0.0180	0.1314	0.3625	0.1592	0.3990	0.0175	0.1324
11-feb-94	32.80	20.25	14.45	18.514	18.514	22	-0.0241	0.1409	0.3753	0.1642	0.4053	6.8017	2.6080
18-feb-94	31.80	19.00	14.45	17.477	17.477	23	-0.0310	0.1525	0.3905	0.1871	0.4326	7.0446	2.6542
25-feb-94	29.50	19.00	14.45	15.147	15.147	24	-0.0751	0.1645	0.4056	0.2182	0.4672	0.1850	0.4301
4-mar-94	29.50	19.00	14.45	15.125	15.125	25	0.0000	0.1644	0.4055	0.2412	0.4911	0.2446	0.4946
11-mar-94	28.40	19.00	14.45	14.003	14.003	26	-0.0380	0.1427	0.3777	0.2902	0.5387	0.4678	0.6840
18-mar-94	26.30	19.00	14.45	11.878	11.878	27	-0.0768	0.1267	0.3559	0.3863	0.6215	1.3728	1.1717
25-mar-94	29.00	13.60	14.45	14.554	14.554	28	0.0977	0.1631	0.4039	0.5062	0.7115	1.5541	1.2466

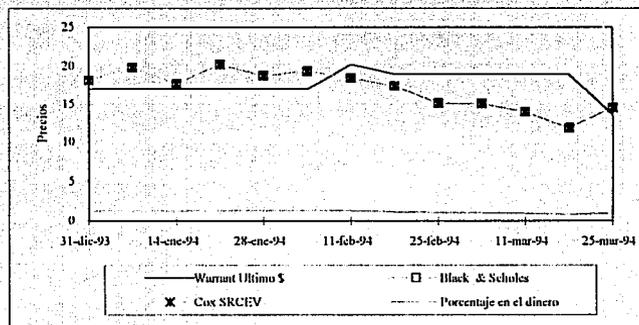
¡FALLA DE ORIGEN

Fecha	Warrant Ultimo \$	Black & Scholes	Cox SRCEV	$ W_{BS}-W_M $	$ W_{SRCEV}-W_M $	Diferencias	$ W_{BS}-W_M $ W_M	$ W_{SRCEV}-W_M $ W_M	Diferencias	Porcentaje en el dinero
31-dic-93	17.00	18.1889	18.1889	1.1889	1.1889	0.00002	0.06993	0.06993	0.00000	1.2353
7-ene-94	17.00	19.8595	19.8594	2.8595	2.8594	0.00000	0.16820	0.16820	0.00000	1.3529
14-ene-94	17.00	17.7331	17.7331	0.7331	0.7331	0.00000	0.04312	0.04312	0.00000	1.2076
21-ene-94	17.00	20.2564	20.2564	3.2564	3.2564	0.00000	0.19155	0.19155	0.00000	1.3841
28-ene-94	17.00	18.7815	18.7815	1.7815	1.7815	0.00000	0.10479	0.10479	0.00000	1.2837
4-feb-94	17.00	19.3470	19.3470	2.3470	2.3470	0.00000	0.13806	0.13806	0.00000	1.3253
11-feb-94	20.25	18.5142	18.5142	1.7358	1.7358	0.00000	0.08572	0.08572	0.00000	1.2699
18-feb-94	19.00	17.4767	17.4767	1.5233	1.5233	0.00000	0.08017	0.08017	0.00000	1.2007
25-feb-94	19.00	15.1466	15.1466	3.8534	3.8534	0.00000	0.20281	0.20281	0.00000	1.0415
4-mar-94	19.00	15.1250	15.1250	3.8750	3.8750	0.00000	0.20395	0.20395	0.00000	1.0415
11-mar-94	19.00	14.0027	14.0027	4.9973	4.9973	0.00000	0.26302	0.26302	0.00000	0.9654
18-mar-94	19.00	11.8784	11.8784	7.1216	7.1216	0.00000	0.37482	0.37482	0.00000	0.8201
25-mar-94	13.60	14.5535	14.5535	0.9535	0.9535	0.00000	0.07011	0.07011	0.00000	1.0069
PROMEDIO				2.78663	2.78663	0.00000	0.15356	0.15356	0.00000	

Coefficientes de Correlación

B&S vs M Srcev vs M PED vs M
-0.17839668 -0.17839632 -0.17799013

B&S vs PED Srcev vs PED B&S vs Srcev
0.99969746 0.99969751 1.00



RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F'	F α ,d1,d2
Columna 1	13	36.2262428	2.786634063	3.355162585	0.999997715	2.686633138
Columna 2	13	36.2262113	2.786631641	3.355170252		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de los cuadrados	F'	F α ,d1,d2
Entre grupos	3.8085E-11	1	3.8085E-11	1.1351E-11	4.259675279
Dentro de los gru	80.523994	24	3.355166418		
Total	80.523994	25			

FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>		<i>Medida de Volat. Futura (Y)</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.252487571	Durbin-Watson	0.45182
Coefficiente de determinación R ²	0.063749974	Coefficiente de Variación	0.37781
R ² ajustado	-0.029875029	Var-Cov de B1_B2	15.48887
Error típico	0.069981940	Var B1	-0.08280
Observaciones	12	Var B2	0.02973
			0.23382

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.003334726	0.003334726	0.68090758	0.428519654
Residuos	10	0.04897472	0.004897472		
Total	11	0.052309446			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	0.310524417	0.172420427	1.800972324	0.10189073	-0.073652302	0.694701135
HISTÓRICA	0.39900957	0.483547596	0.82517124	0.42851969	-0.678401802	1.476420942

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>T_{1,α, n-2}</i>	<i>T_{1-α, n-2}</i>
Intercepción (α=0)	0.310524417	0.172420427	1.800972324	1.81246151	2.228139238
HISTÓRICA (α=1)	0.39900957	0.483547596	-1.242877506		

Análisis de los residuales

<i>Observación</i>	<i>Pronóstico FUTURA</i>	<i>Residuos</i>	<i>(e_i)-(e_{i-1}))²</i>	<i>e_i²</i>
1	0.424766444	-0.001568975		2.46168E-06
2	0.417362333	0.006707739	6.8504E-05	4.49939E-05
3	0.442469421	-0.027252349	0.00115329	0.000742691
4	0.442162462	-0.018233119	8.1347E-05	0.000324447
5	0.454833119	-0.074775622	0.00319705	0.005591394
6	0.455172874	-0.05616335	0.00034642	0.003154322
7	0.460280755	-0.055021569	1.3037E-06	0.000302737
8	0.4663513	-0.033777386	0.00045132	0.001140912
9	0.472373088	-0.005205205	0.00081637	2.70942E-05
10	0.472319973	0.018824699	0.00057744	0.000354369
11	0.461230412	0.077493464	0.00344202	0.006005237
12	0.452527669	0.168971674	0.00836826	0.028551427

FUTURA vs. IMPLÍCITA

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>		<i>Medida de Volat. Futura (Y)</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.075442696	Durbin-Watson	0.28335
Coefficiente de determinación R ²	0.005691585	Coefficiente de Variación	15.96189
R ² ajustado	-0.093739256	Var-Cov de B1_B2	-0.00046
Error típico	0.072119153	Var B1	0.00080
Observaciones	12	Var B2	0.00058

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.000297724	0.000297724	0.05724165	0.815742219
Residuos	10	0.052011722	0.005201172		
Total	11	0.052309446			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	0.447212652	0.023362052	15.76799345	2.1619E-08	0.384018051	0.510407253
IMPLÍCITA	0.005767416	0.024106005	0.239252269	0.81574222	-0.04794412	0.059478953

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>T_{1,α, n-2}</i>	<i>T_{1-α, n-2}</i>
Intercepción (β=0)	0.447212652	0.023362052	15.76799345	1.81246151	2.228139238
IMPLÍCITA (β=1)	0.005767416	0.024106005	-1.24418664		

Análisis de los residuales

<i>Observación</i>	<i>Pronóstico FUTURA</i>	<i>Residuos</i>	<i>(e_i)-(e_{i-1}))²</i>	<i>e_i²</i>
1	0.448173447	-0.025975978		0.000674751
2	0.448883634	-0.024813562	1.3512E-06	0.000615713
3	0.448929626	-0.034712554	9.789E-05	0.001204961
4	0.447771446	-0.023842103	0.00011817	0.000569446
5	0.448454615	-0.068397117	0.00198515	0.004678166
6	0.447976146	-0.048966622	0.00037754	0.00239773
7	0.462254117	-0.05699493	6.4454E-05	0.003248422
8	0.462520347	-0.02946433	0.00073162	0.000896789
9	0.449693449	0.017474434	0.00224674	0.000305356
10	0.450065288	0.041079384	0.00055719	0.001687516
11	0.451157505	0.08756637	0.00216104	0.007667869
12	0.453970232	0.167529111	0.00639404	0.028066003

Clave: CCM1410A
 Serie: DC301
 Bien de Referencia: Comerel B
 Fecha de Vencimiento: 20-oct-94

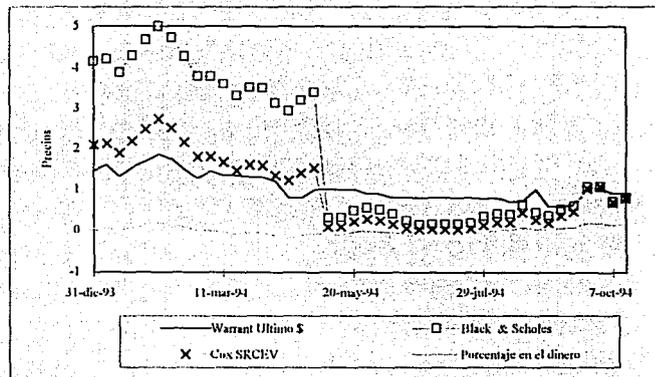
Fecha	Precio del Bien Suby.		Precio de Ejercicio	Black & Scholes	Cm SRCEI	Rt	Anual		Anual		Anual		
	Ultimo \$	Ultimo \$					Varianza HISTORICA	Volat.	Varianza FUTURA	Volat.	Varianza IMPLICITA	Volat.	
31-dic-93	6.52	1.47	6.22	4.176	2.101	16	0.0186	0.0434	0.2082	1.7671	1.9409	0.22457674	0.4739
7-ene-94	6.58	1.6	6.22	4.222	2.133	17	0.0092	0.0423	0.2058	3.8584	1.9643	0.27806675	0.5273
14-ene-94	6.2	1.32	6.22	3.909	1.895	18	-0.0595	0.0549	0.2344	3.9535	1.9884	0.27273605	0.5222
21-ene-94	6.7	1.55	6.22	4.314	2.201	19	0.0776	0.0725	0.2692	4.0412	2.0103	0.22640224	0.4758
28-ene-94	7.14	1.7	6.22	4.681	2.496	20	0.0636	0.0818	0.2859	4.1459	2.0361	0.14698389	0.3834
4-feb-94	7.52	1.86	6.22	4.996	2.749	21	0.0519	0.0837	0.2893	4.2573	2.0633	0.08770591	0.2962
11-feb-94	7.22	1.74	6.22	4.738	2.528	22	-0.0407	0.0908	0.3013	4.3754	2.0917	0.15898465	0.3987
18-feb-94	6.7	1.5	6.22	4.293	2.166	23	-0.0747	0.1148	0.3388	4.4900	2.1190	0.24825491	0.4983
25-feb-94	6.12	1.28	6.22	3.809	1.802	24	-0.0905	0.1445	0.3802	4.5999	2.1447	0.35460054	0.5955
4-mar-94	6.12	1.45	6.22	3.801	1.800	25	0.0000	0.1424	0.3774	4.7085	2.1699	0.4836704	0.6955
11-mar-94	5.9	1.35	6.22	3.622	1.671	26	-0.0366	0.1314	0.3625	4.8512	2.2025	0.52966654	0.7278
18-mar-94	5.54	1.35	6.22	3.331	1.472	27	-0.0630	0.1383	0.3719	4.9938	2.2347	0.75191421	0.8671
25-mar-94	5.8	1.3	6.22	3.527	1.601	28	0.0459	0.1449	0.3806	5.1350	2.2661	0.58229595	0.7631
1-abr-94	5.78	1.3	6.22	3.513	1.594	29	-0.0035	0.1449	0.3806	5.3118	2.3047	0.60894926	0.7804
8-abr-94	5.3	1.2	6.22	3.137	1.347	30	-0.0867	0.1661	0.4076	5.4937	2.3439	0.81354582	0.9020
15-abr-94	5.06	0.8	6.22	2.911	1.226	31	-0.0163	0.1657	0.4071	5.6529	2.3776	0.53285541	0.7300
22-abr-94	5.4	0.8	6.22	3.209	1.406	32	0.0650	0.1873	0.4328	5.8434	2.4173	0.38324904	0.6191
29-abr-94	5.66	1	6.22	3.410	1.537	33	1.7347	10.7301	3.2757	6.0771	2.4652	0.45809859	0.6768
6-may-94	5.4	1	6.22	0.317	0.067	34	-0.0170	10.8106	3.2879	0.1009	0.3176	0.61938168	0.7870
13-may-94	5.48	1	6.22	0.311	0.078	35	0.0147	10.8314	3.2911	0.0988	0.3142	0.60384125	0.7771
20-may-94	5.84	1	6.22	0.501	0.215	36	0.0616	10.8281	3.2906	0.1031	0.3211	0.43044663	0.6561
27-may-94	6	0.9	6.22	0.555	0.280	37	0.0270	10.7754	3.2826	0.0999	0.3160	0.30178815	0.5494
3-jun-94	5.96	0.9	6.22	0.518	0.242	38	-0.0067	10.7030	3.2716	0.1035	0.3217	0.34373937	0.5863
10-jun-94	5.74	0.8	6.176	0.411	0.143	39	-0.0376	10.6160	3.2613	0.1086	0.3296	0.37437507	0.6119
17-jun-94	5.38	0.8	6.176	0.239	0.035	40	-0.0648	10.7026	3.2715	0.1093	0.3306	0.60933493	0.7806
24-jun-94	5.16	0.8	6.176	0.138	0.008	41	-0.0418	10.7081	3.2723	0.0993	0.3152	0.81280128	0.9016
1-jul-94	5.28	0.8	6.176	0.151	0.011	42	0.0230	10.6273	3.2600	0.0961	0.3101	0.78085966	0.8837
8-jul-94	5.28	0.8	6.176	0.148	0.010	43	0.0000	10.6563	3.2644	0.1022	0.3197	0.83840922	0.9156
15-jul-94	5.3	0.8	6.176	0.150	0.011	44	0.0038	10.6505	3.2635	0.1089	0.3299	0.88712109	0.9419
22-jul-94	5.4	0.8	6.176	0.177	0.018	45	0.0187	10.5376	3.2462	0.1168	0.3418	0.87018889	0.9328
29-jul-94	5.84	0.78	6.176	0.345	0.112	46	0.0783	10.4432	3.2316	0.1265	0.3556	0.55583535	0.7455
5-ago-94	6.1	0.8	6.22	0.415	0.190	47	0.0436	10.4539	3.2333	0.1169	0.3419	0.47746935	0.6910
12-ago-94	6.1	0.7	6.22	0.394	0.173	48	0.0000	10.0860	0.2933	0.1218	0.3490	0.40893924	0.6395
19-ago-94	6.5	0.72	6.22	0.625	0.440	49	0.0635	0.0857	0.2927	0.1351	0.3676	0.21741957	0.4663
26-ago-94	6.3	1	6.22	0.156	0.261	50	-0.0313	0.0922	0.3036	0.1284	0.3584	0.86622273	0.9307
2-sep-94	6.16	0.6	6.22	0.358	0.160	51	-0.0225	0.0831	0.2883	0.1386	0.3723	0.41359823	0.6431
9-sep-94	6.6	0.58	6.22	0.528	0.362	52	0.0476	0.0882	0.2969	0.1548	0.3935	0.21044021	0.4587
16-sep-94	6.6	0.65	6.22	0.600	0.468	53	0.0214	0.0885	0.2975	0.1665	0.4080	0.23122055	0.4809
23-sep-94	7.18	1.02	6.22	1.063	1.020	54	0.0842	0.0997	0.3158	0.2016	0.4490	0.13917212	0.3731
30-sep-94	7.24	1.05	6.22	1.068	1.064	55	0.0883	0.0750	0.2739	0.1038	0.3221	0.09853178	0.3139
7-oct-94	6.88	0.9	6.22	0.700	0.689	56	-0.0510	0.0795	0.2820	0.1174	0.3427	0.88171103	0.9390
14-oct-94	7	0.9	6.22	0.800	0.795	57	0.0173	0.0795	0.2819	0.2172	0.4660	1.06862201	1.0337

<i>Fecha</i>	<i>Warrant</i> <i>Ultimo \$</i>	<i>Black &</i> <i>Scholes</i>	<i>Cox</i> <i>SRCEV</i>	<i>[W_{BS}-W_M]</i>	<i>[W_{SRCEV}-W_M]</i>	<i>Diferencias</i>	<i>[W_{BS}-W_M]</i> <i>W_M</i>	<i>[W_{SRCEV}-W_M]</i> <i>W_M</i>	<i>Diferencias</i>	<i>Porcentaje</i> <i>en el dinero</i>
31-dic-93	1.47	4.1762	2.1014	2.7062	0.6314	2.07486	1.84096	0.42949	1.41147	0.0482
7-ene-94	1.60	4.2223	2.1326	2.6223	0.5326	2.08965	1.63891	0.33288	1.30603	0.0579
14-ene-94	1.32	3.9088	1.8955	2.5888	0.5755	2.01337	1.96123	0.43595	1.52528	-0.0032
21-ene-94	1.55	4.3136	2.2014	2.7636	0.6514	2.11225	1.78299	0.42025	1.36274	0.0772
28-ene-94	1.70	4.6812	2.4958	2.9812	0.7958	2.18546	1.75367	0.46811	1.28557	0.1479
4-feb-94	1.86	4.9960	2.7488	3.1360	0.8888	2.24719	1.68604	0.47788	1.20817	0.2090
11-feb-94	1.74	4.7376	2.5280	2.9976	0.7880	2.20966	1.72277	0.45285	1.26992	0.1608
18-feb-94	1.50	4.2929	2.1655	2.7929	0.6655	2.12745	1.86197	0.44367	1.41830	0.0772
25-feb-94	1.28	3.8090	1.8020	2.5290	0.5220	2.00696	1.97575	0.40781	1.56794	-0.0161
4-mar-94	1.45	3.8014	1.7999	2.3514	0.3499	2.00151	1.62166	0.24130	1.38035	-0.0161
11-mar-94	1.35	3.6220	1.6712	2.2720	0.3212	1.95085	1.68299	0.23792	1.44507	-0.0514
18-mar-94	1.35	3.3312	1.4716	1.9812	0.1216	1.85960	1.46758	0.09010	1.37748	-0.1093
25-mar-94	1.30	3.5268	1.6007	2.2268	0.3007	1.92614	1.71293	0.23128	1.48165	-0.0675
1-abr-94	1.30	3.5133	1.5942	2.2133	0.2942	1.91912	1.70251	0.22627	1.47624	-0.0707
8-abr-94	1.20	3.1365	1.3465	1.9365	0.1465	1.78998	1.61377	0.12212	1.49165	-0.1479
15-abr-94	0.80	2.9427	1.2264	2.1427	0.4264	1.71631	2.67839	0.53300	2.14539	-0.1865
22-abr-94	0.80	3.2090	1.4062	2.4090	0.6062	1.80274	3.01119	0.75776	2.25343	-0.1318
29-abr-94	1.00	3.4096	1.5366	2.4096	0.5366	1.87300	2.40959	0.53659	1.87300	-0.0900
6-may-94	1.00	0.3170	0.0669	0.6830	0.9331	-0.25013	0.68295	0.93309	-0.25013	-0.1318
13-may-94	1.00	0.3306	0.0780	0.6694	0.9220	-0.25260	0.66937	0.92196	-0.25260	-0.1190
20-may-94	1.00	0.5013	0.2153	0.4987	0.7847	-0.28601	0.49873	0.78474	-0.28601	-0.0611
27-may-94	0.90	0.5553	0.2799	0.3447	0.6201	-0.27533	0.38305	0.68898	-0.30593	-0.0354
3-jun-94	0.90	0.5181	0.2416	0.3819	0.6584	-0.27655	0.42433	0.73160	-0.30727	-0.0418
10-jun-94	0.80	0.4113	0.1433	0.3887	0.6567	-0.26807	0.48582	0.82091	-0.33509	-0.0706
17-jun-94	0.80	0.2390	0.0353	0.5610	0.7647	-0.20372	0.70120	0.95585	-0.25465	-0.1289
24-jun-94	0.80	0.1378	0.0077	0.6622	0.7923	-0.13010	0.82779	0.99042	-0.16263	-0.1645
1-jul-94	0.80	0.1511	0.0110	0.6489	0.7890	-0.14008	0.81118	0.98627	-0.17510	-0.1451
8-jul-94	0.80	0.1481	0.0103	0.6519	0.7897	-0.13780	0.81488	0.98713	-0.17225	-0.1451
15-jul-94	0.80	0.1502	0.0108	0.6498	0.7892	-0.13946	0.81223	0.98656	-0.17433	-0.1418
22-jul-94	0.80	0.1775	0.0179	0.6225	0.7821	-0.15960	0.77814	0.97764	-0.19951	-0.1256
29-jul-94	0.78	0.3452	0.1119	0.4348	0.6681	-0.23327	0.55742	0.85648	-0.29906	-0.0544
5-ago-94	0.80	0.4154	0.1904	0.3846	0.6096	-0.22504	0.48073	0.76202	-0.28129	-0.0193
12-ago-94	0.70	0.3937	0.1734	0.3063	0.5266	-0.22023	0.43760	0.75222	-0.31462	-0.0193
19-ago-94	0.72	0.6247	0.4405	0.0953	0.2795	-0.18424	0.13231	0.38820	-0.25590	0.0450
26-ago-94	1.00	0.4558	0.2608	0.5442	0.7392	-0.19501	0.54422	0.73924	-0.19501	0.0129
2-sep-94	0.60	0.3584	0.1598	0.2416	0.4402	-0.19863	0.40261	0.73366	-0.33105	-0.0096
9-sep-94	0.58	0.5282	0.3621	0.0518	0.2179	-0.16614	0.08925	0.37569	-0.28645	0.0386
16-sep-94	0.65	0.6002	0.4683	0.0498	0.1817	-0.13192	0.07664	0.27960	-0.20296	0.0611
23-sep-94	1.02	1.0632	1.0199	0.0432	0.0001	0.04312	0.04238	0.00010	0.04228	0.1543
30-sep-94	1.05	1.0678	1.0640	0.0178	0.0140	0.00376	0.01695	0.01337	0.00358	0.1640
7-oct-94	0.90	0.7002	0.6894	0.1998	0.2106	-0.01084	0.22196	0.23401	-0.01204	0.1061
14-oct-94	0.90	0.8000	0.7949	0.1000	0.1051	-0.00511	0.11109	0.11677	-0.00568	0.1254
PROMEDIO				1.29267	0.53402	0.75865	1.07447	0.54433	0.53014	

Coefficientes de Correlación

B&S vs M Srcev vs M PED vs M
 0.8766906 0.8947699 0.459623866

B&S vs PED Srcev vs PED B&S vs Srcev
 0.33036153 0.503024392 0.979065025



RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F	Fa,d1,d2
Columna 1	42	54.29203535	1.292667508	1.207959999	17.53409289	1.681645045
Columna 2	42	22.42893392	0.534022236	0.068892073		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de las cuadrados	F'	Fa,d1,d2
Entre grupos	12.0863956	1	12.08639563	18.9315519	3.957381978
Dentro de los grupos	52.3509349	82	0.638426036		
Total	64.4373306	83			

FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.531793469
Coefficiente de determinación R ²	0.282804293
R ² ajustado	0.264874401
Error típico	0.789161503
Observaciones	42

Media de Volat. Futura (Y)	1.13177
Durbin-Watson	0.26859
Coefficiente de Variación	69.72788
Var-Cov de B1_B2	-0.01016
Var B1	0.02875
Var B2	0.00741

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	9.822908333	9.822908333	15.7727823	0.000289721
Residuos	40	24.91103512	0.622775878		
Total	41	34.73394345			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	1.600425046	0.169566809	9.438315524	9.9564E-12	1.257717879	1.94313221
HISTÓRICA	-0.341945997	0.086100043	-3.971496227	0.00028972	-0.515960605	-0.1679314

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>T_{α, n-2}</i>	<i>T_{α/2, n-2}</i>
Intercepción (α ₀ =0)	1.600425046	0.169566809	9.438315524	1.68385213	2.021074579
HISTÓRICA (α ₁ =1)	-0.341945997	0.086100043	-15.58589226		

Análisis de los residuales

<i>Observación</i>	<i>Pronóstico FUTURA</i>	<i>Residuos</i>	<i>e(t)-e(t-1))²</i>	<i>e(t)²</i>
1	1.529223327	0.411668365		0.169470843
2	1.530064176	0.434208117	0.00050804	0.188536688
3	1.5202715	0.468081874	0.00114743	0.219100641
4	1.508363536	0.501900006	0.00114387	0.251903616
5	1.502647473	0.533492434	0.00099808	0.284614178
6	1.501516522	0.561799621	0.0008013	0.315618814
7	1.497386526	0.594355661	0.0010599	0.353258651
8	1.484587304	0.63438231	0.00160213	0.402440915
9	1.470423162	0.674320092	0.00159503	0.454707586
10	1.471389775	0.698510862	0.00058519	0.487917424
11	1.476477751	0.726062461	0.00075909	0.527166697
12	1.473264541	0.761414993	0.0012488	0.579752792
13	1.470279633	0.795781203	0.00118104	0.633267723
14	1.470264537	0.834459369	0.001496	0.696322439
15	1.461054971	0.882811231	0.0023379	0.77935567
16	1.461227968	0.916361037	0.00112559	0.839717551
17	1.452418474	0.964902403	0.00235626	0.931036648
18	0.48032061	1.984852691	1.04029859	3.939640204
19	0.476125006	-0.158521021	4.59405087	0.025128914
20	0.47504229	-0.160793961	5.1663E-06	0.025854698
21	0.475212788	-0.154088916	4.4958E-05	0.023743394
22	0.477955083	-0.161959102	6.194E-05	0.026230751
23	0.481731268	-0.160004135	3.8219E-06	0.025601323
24	0.48524169	-0.155636928	1.9072E-05	0.024222853
25	0.481754382	-0.151112708	2.0469E-05	0.022835051
26	0.481469085	-0.166296547	0.00023055	0.027654541
27	0.485694561	-0.175622729	8.6978E-05	0.030843343
28	0.484179476	-0.164448211	0.00012487	0.027043214
29	0.484478825	-0.154537432	9.8224E-05	0.023881818
30	0.490410974	-0.148650802	3.4652E-05	0.022097061
31	0.495393692	-0.139789459	7.8523E-05	0.019541093
32	0.494827852	-0.152880797	0.00017138	0.023372538
33	1.50014224	-1.151121441	0.99648438	1.325080571
34	1.500348956	-1.132736808	0.00033799	1.283092676
35	1.496609105	-1.138234435	3.0224E-05	1.295577629
36	1.501837357	-1.129523927	7.5873E-05	1.275824303
37	1.498893189	-1.105411671	0.0005814	1.221934963
38	1.498711259	-1.090668794	0.00021735	1.189558418
39	1.492429338	-1.043403853	0.00223397	1.086891601
40	1.506781869	-1.184652488	0.01995118	1.403401517
41	1.503997462	-1.161289218	0.00054584	1.348592648
42	1.504027021	-1.037979344	0.01520533	1.077401118

FUTURA vs. IMPLÍCITA

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.22205642
Coefficiente de determinación R ²	0.049309054
R ² ajustado	0.02554178
Error típico	0.908587442
Observaciones	42

Medida de Volat. Futura (Y)	1.13177
Durbin-Watson	0.16248
Coefficiente de Variación	80.27999
Var-Cov de B1_B2	-0.35370
Var B1	0.25522
Var B2	0.53108

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	1.712697877	1.712697877	2.07466175	0.157545043
Residuos	40	33.02124557	0.825531139		
Total	41	34.73394345			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	1.83086088	0.505196306	3.624058328	0.00080936	0.809821469	2.85190029
IMPLÍCITA	-1.049674289	0.72875393	-1.440366615	0.15754504	-2.522540332	0.42319175

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>T_{α, n-2}</i>	<i>T_{α/2, n-2}</i>
Intercepción (β ₀ =0)	1.83086088	0.505196306	3.624058328	1.68385213	2.021074579
IMPLÍCITA (β ₁ =1)	-1.049674289	0.72875393	-2.812573908		

Análisis de los residuales

<i>Observación</i>	<i>Pronóstico FUTURA</i>	<i>Residuos</i>	<i>e(t)-e(t-1))²</i>	<i>e(t)²</i>
1	1.333425182	0.60746651		0.36901556
2	1.277346266	0.686926027	0.00631381	0.471867366
3	1.282677536	0.705675837	0.00035156	0.497978388
4	1.331407539	0.678856002	0.0007193	0.460845472
5	1.428431738	0.607708169	0.00506201	0.369309219
6	1.519897921	0.543318222	0.00414607	0.295184691
7	1.412325517	0.679416669	0.01852279	0.461607011
8	1.307859721	0.811110893	0.01734337	0.657900881
9	1.205797211	0.938948042	0.01634183	0.881619671
10	1.100850034	1.069050603	0.169272	1.142869191
11	1.066926899	1.135613313	0.00443059	1.289617598
12	0.920656948	1.314022586	0.03182987	1.726655357
13	1.02987208	1.236188756	0.00605811	1.52816264
14	1.011745438	1.292978468	0.00322507	1.671793319
15	0.884088523	1.459777679	0.02782198	2.130950873
16	1.064630706	1.3129583	0.02155593	1.723859497
17	1.181037855	1.236283022	0.0058791	1.528395712
18	1.12041003	1.34476327	0.01176796	1.808388252
19	1.004758761	-0.687154775	4.12869094	0.472181685
20	1.015186138	-0.700939809	0.00019003	0.491316616
21	1.14218604	-0.821062168	0.01442938	0.674143084
22	1.254219705	-0.938223723	0.01372683	0.880263755
23	1.21544429	-0.893717157	0.00198083	0.798730357
24	1.186605103	-0.859000341	0.00120526	0.737881586
25	1.011486093	-0.680844419	0.03173953	0.463549123
26	0.884521859	-0.56934932	0.01243116	0.324158649
27	0.903302927	-0.593231095	0.00057034	0.351923132
28	0.869729884	-0.54998662	0.00186905	0.302498482
29	0.842203046	-0.512261653	0.00142408	0.262412002
30	0.851683603	-0.509923431	5.4673E-06	0.260021906
31	1.048282867	-0.692578635	0.03339946	0.479803691
32	1.105544794	-0.763597738	0.00502952	0.583081506
33	1.159611412	-0.810590613	0.00220833	0.657057143
34	1.341415908	-0.973803761	0.02663853	0.948293764
35	0.853917603	-0.495542932	0.22873342	0.245562798
36	1.155798514	-0.783485084	0.08291068	0.613848878
37	1.349335786	-0.955854268	0.02971114	0.913657382
38	1.326120822	-0.918078356	0.00142702	0.842867868
39	1.439271704	-0.990246219	0.0052082	0.980587575
40	1.501370515	-1.179241134	0.03571908	1.390609652
41	0.845222294	-0.50251405	0.45795955	0.252520371
42	0.745768742	-0.279721065	0.04963671	0.078243874

Clave: CFR408A
 Serie: EC301
 Bien de Referencia: Cifra B
 Fecha de Vencimiento: 26-ago-94

Fecha	Precio del Bien Suby.	Warrant Ultimo \$	Precio de Ejercicio	Black & Scholes	Cox SRCEI	Rt	Anual		Anual		Anual		
							Varianza HISTORICA	Volat.	Varianza FUTURA	Volat.	Varianza IMPLICITA	Volat.	
31-dic-93	10.05	3.07	7.68	3.042	2.860	16	-0.0148	0.0875	0.2958	0.1444	0.3801	0.15859722	0.3982
7-ene-94	10	3.15	7.68	2.981	2.791	17	-0.0050	0.0845	0.2907	0.1485	0.3854	0.23498306	0.4848
14-ene-94	9.76	2.75	7.68	2.768	2.550	18	-0.0243	0.0908	0.3013	0.1531	0.3913	0.14406482	0.3796
21-ene-94	10.55	3.15	7.68	3.461	3.323	19	0.0778	0.1015	0.3186	0.1571	0.3963	0.10523538	0.3244
28-ene-94	10.75	3.48	7.68	3.631	3.524	20	0.0188	0.0977	0.3126	0.1516	0.3893	0.20069552	0.4480
4-feb-94	10.8	3.65	7.68	3.654	3.548	21	0.0046	0.0984	0.3136	0.1560	0.3950	0.15271925	0.3908
11-feb-94	10.65	3.25	7.68	3.492	3.372	22	-0.0140	0.1016	0.3187	0.1615	0.4018	0.13945276	0.3734
18-feb-94	9.8	2.6	7.68	2.696	2.487	23	-0.0832	0.1348	0.3671	0.1672	0.4089	0.11331912	0.3366
25-feb-94	8.9	1.85	7.68	1.911	1.587	24	-0.0963	0.1708	0.4133	0.1602	0.4002	0.16290091	0.4036
4-mar-94	9.1	2	7.68	2.259	2.050	25	0.0547	0.1072	0.3274	0.1464	0.3826	0.09505207	0.3083
11-mar-94	9.48	2.07	7.68	2.313	2.123	26	0.0085	0.1041	0.3227	0.1467	0.3830	0.09885645	0.3144
18-mar-94	8.94	1.82	7.68	1.862	1.590	27	-0.0586	0.1129	0.3360	0.1530	0.3912	0.16184287	0.4023
25-mar-94	9.8	2.48	7.68	2.568	2.428	28	0.0918	0.1442	0.3797	0.1509	0.3885	0.13359639	0.3655
1-abr-94	9.54	2.14	7.68	2.337	2.204	29	-0.0269	0.1449	0.3807	0.1384	0.3720	0.10039326	0.3168
8-abr-94	8.9	2.2	7.68	1.818	1.612	30	-0.0694	0.1593	0.3992	0.1432	0.3785	0.38329705	0.6191
15-abr-94	8.9	1.52	7.68	1.688	1.486	31	-0.0136	0.1593	0.3991	0.1362	0.3691	0.10440283	0.3231
22-abr-94	9.1	1.72	7.68	1.991	1.846	32	0.0358	0.1663	0.4078	0.1427	0.3777	0.0771412	0.2777
29-abr-94	9	1.71	7.68	1.860	1.696	33	-0.0110	0.1651	0.4064	0.1483	0.3851	0.11735013	0.3426
6-may-94	8.54	1.3	7.68	1.482	1.244	34	-0.0525	0.1434	0.3787	0.1567	0.3958	0.10308191	0.3211
13-may-94	9.14	1.57	7.68	1.949	1.817	35	0.0679	0.1638	0.4047	0.1547	0.3933	0.04864275	0.2206
20-may-94	9.44	1.9	7.68	2.181	2.093	36	0.0323	0.1696	0.4118	0.1521	0.3900	0.04423833	0.2103
27-may-94	9.38	1.84	7.68	2.090	1.994	37	-0.0064	0.1695	0.4117	0.1607	0.4009	0.0583948	0.2417
3-jun-94	9.14	1.84	7.68	1.856	1.729	38	-0.0259	0.1491	0.3861	0.1737	0.4167	0.16287639	0.4036
10-jun-94	8.76	1.66	7.68	1.510	1.328	39	-0.0425	0.1225	0.3500	0.1848	0.4299	0.31542497	0.5616
17-jun-94	8.54	1.1	7.68	1.299	1.087	40	-0.0254	0.1116	0.3340	0.1896	0.4354	0.08325588	0.2885
24-jun-94	7.98	1.08	7.68	0.862	0.544	41	-0.0678	0.1233	0.3512	0.2022	0.4496	0.39304146	0.6269
1-jul-94	8.18	0.9	7.68	0.926	0.689	42	0.0248	0.1182	0.3438	0.1782	0.4221	0.17199231	0.4147
8-jul-94	8.24	0.84	7.68	0.960	0.731	43	0.0073	0.0816	0.2856	0.2036	0.4512	0.16045808	0.4006
15-jul-94	8	0.748	7.68	0.778	0.500	44	-0.0296	0.0819	0.2862	0.2348	0.4846	0.22989368	0.4795
22-jul-94	8.48	0.73	7.68	1.087	0.925	45	0.0583	0.0837	0.2893	0.2441	0.4940	0.2223802	0.4716
29-jul-94	9.42	1.7	7.68	1.882	1.835	46	0.1051	0.1234	0.3513	0.2970	0.5450	0.2923569	0.5407
5-ago-94	10.5	1.78	7.68	2.890	2.888	47	0.1085	0.1586	0.3982	0.2769	0.5262	0.26033986	0.5102
12-ago-94	9.82	1.78	7.68	2.184	2.184	48	-0.0670	0.1780	0.4218	0.0950	0.3083	0.14283805	0.3779
19-ago-94	9.98	2.15	7.68	2.321	2.321	49	0.0162	0.1646	0.4057	0.0152	0.1234	0.07802855	0.2793

Fecha	Warrans Último \$	Black & Scholtes	Cov SRCEV*	W _{ins} -W _d	W _{surv} -W _d	Diferencias	W _{ins} -W _d W _m	W _{surv} -W _d W _m	Diferencias	Porcentaje en el número
31-dic-93	3.07	3.0420	2.8602	0.0280	0.2098	-0.18180	0.00911	0.06833	-0.05922	0.3086
7-ene-94	3.15	2.9813	2.7913	0.1687	0.3587	-0.19001	0.05355	0.11387	-0.06032	0.3021
14-ene-94	2.75	2.7685	2.5498	0.0185	0.2002	-0.18168	0.06672	0.07279	-0.06607	0.2708
21-ene-94	3.15	3.4615	3.3211	0.3115	0.1731	0.13840	0.09888	0.05494	0.04394	0.3737
28-ene-94	3.48	3.6114	3.5236	0.1514	0.0436	0.10781	0.04350	0.01252	0.03098	0.3997
4-feb-94	3.65	3.6544	3.5480	0.0044	0.1020	-0.09763	0.00119	0.02794	-0.02675	0.4063
11-feb-94	3.25	3.4920	3.3720	0.2420	0.1220	0.12006	0.07447	0.03753	0.03694	0.3867
18-feb-94	2.60	2.6962	2.4868	0.0962	-0.1132	-0.01698	0.03701	0.04354	-0.00653	0.2760
25-feb-94	1.85	1.9108	1.5872	0.0608	0.2628	-0.20198	0.03287	0.14205	-0.10918	0.1589
4-mar-94	2.00	2.2595	2.0498	0.2595	0.0498	0.20968	0.12974	0.02490	0.10484	0.2240
11-mar-94	2.07	2.3127	2.1232	0.2427	0.0532	0.18953	0.11724	0.02568	0.09156	0.2344
18-mar-94	1.82	1.8620	1.5899	0.0420	0.2301	-0.18804	0.02308	0.12640	-0.10332	0.1641
25-mar-94	2.48	2.5680	2.4281	0.0880	0.0519	0.03609	0.01547	0.02091	0.01455	0.2760
1-abr-94	2.14	2.3371	2.2044	0.1971	0.0644	0.13277	0.09211	0.03007	0.06204	0.2422
8-abr-94	2.20	1.8183	1.6118	0.3817	0.5882	-0.20648	0.17149	0.26735	-0.09385	0.1589
15-abr-94	1.52	1.6877	1.4855	0.1677	0.0345	0.13325	0.11034	0.02268	0.08767	0.1432
22-abr-94	1.72	1.9910	1.8460	0.2710	0.1260	0.14503	0.15759	0.07326	0.08432	0.1849
29-abr-94	1.71	1.8598	1.6957	0.1498	0.0143	0.13552	0.08763	0.00837	0.07925	0.1719
6-may-94	1.30	1.4821	1.2443	0.1821	0.0557	0.12648	0.14010	0.04281	0.09729	0.1120
13-may-94	1.57	1.9485	1.8168	0.3785	0.2468	0.13174	0.24109	0.15718	0.08391	0.1901
20-may-94	1.90	2.1815	2.0934	0.2815	0.1934	0.08810	0.14814	0.10177	0.04637	0.2292
27-may-94	1.84	2.0903	1.9943	0.2503	0.1543	0.09602	0.13605	0.08386	0.05219	0.2214
3-jun-94	1.84	1.8556	1.7292	0.0156	0.1108	-0.09519	0.00848	0.06022	-0.05173	0.1901
10-jun-94	1.66	1.5099	1.3281	0.1501	0.3319	-0.18181	0.09042	0.19995	-0.10953	0.1406
17-jun-94	1.10	1.2990	1.0872	0.1990	0.0128	0.18615	0.18087	0.01164	0.16923	0.1120
24-jun-94	1.08	0.8619	0.5443	0.2181	0.5357	-0.31761	0.20192	0.49600	-0.29408	0.0391
1-jul-94	0.90	0.9261	0.6895	0.0261	0.2105	-0.18446	0.02898	0.23394	-0.20496	0.0651
8-jul-94	0.84	0.9602	0.7314	0.1202	0.1086	0.01156	0.14306	0.12930	0.01376	0.0729
15-jul-94	0.75	0.7782	0.5000	0.0302	0.2480	-0.21789	0.04032	0.33161	-0.29129	0.0417
22-jul-94	0.73	1.0871	0.9249	0.3571	0.1949	0.16213	0.48915	0.26705	0.22209	0.1042
29-jul-94	1.70	1.8816	1.8352	0.1816	0.1352	0.04641	0.10684	0.07953	0.02730	0.2266
5-ago-94	1.78	2.8900	2.8876	1.1100	1.1076	0.00239	0.62359	0.62225	0.00134	0.3672
12-ago-94	1.78	2.1844	2.1844	0.4044	0.4044	0.00000	0.22720	0.22719	0.00000	0.2786
19-ago-94	2.15	2.3211	2.3211	0.1711	0.1711	0.00000	0.07960	0.07960	0.00000	0.2995
PROMEDIO				0.20461	0.20645	-0.00184	0.12261	0.12638	-0.00374	

Coefficientes de Correlación

B&S vs M	Sreev vs M	PED vs M
0.95306534	0.935178711	0.890943504

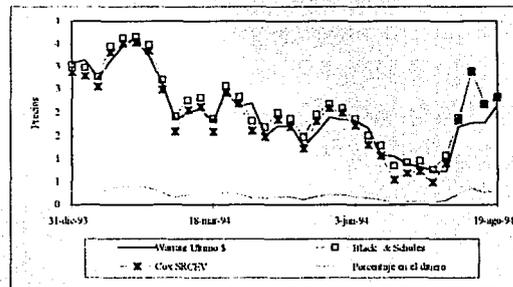
B&S vs PED	Sreev vs PED	B&S vs Sreev
0.97532747	0.988980647	0.996235183

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F	Fa,d1,d2
Columna 1	34	6.956761391	0.204610629	0.038533908	0.871434347	1.787821446
Columna 2	34	7.019200751	0.206447081	0.044218946		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de los cuadrados	F	Fa,d1,d2
Entre grupos	5.73331405	1	5.73331405	0.001385655	3.986272645
Dentro de los gru	2.73084418	66	0.041376427		
Total	2.73090151	67			



FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.331184162
Coefficiente de determinación R ²	0.109682969
R ² ajustado	0.081860562
Error típico	0.064731714
Observaciones	34

Media de Volat. Futura (Y)	0.40125
Durbin-Watson	0.71720
Coefficiente de Variación	16.13250
Var-Cov de B1_B2	-0.02233
Var B1	0.00807
Var B2	0.06274

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.016518808	0.016518808	3.942253033	0.055712923
Residuos	32	0.134086235	0.004190195		
Total	33	0.150605043			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Interior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.57825998	0.089839202	6.436610797	3.08525E-07	0.395263668	0.78125629
HISTÓRICA	-0.497347673	0.250488529	-1.985510774	0.055712923	-1.007575679	0.01283033

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T $\alpha, n-2$	T $\alpha/2, n-2$
Intercepción ($\alpha=0$)	0.57825998	0.089839202	6.436610797	1.693888407	2.036931619
HISTÓRICA ($\alpha=1$)	-0.497347673	0.250488529	-5.977709551		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	$(e(t)-e(t-1))^2$	$e(t)^2$
1	0.431142785	-0.051078137		0.002608976
2	0.433664409	-0.043294239	7.75009E-06	0.002332334
3	0.428426981	-0.037125918	0.000124731	0.001378334
4	0.419805309	-0.023496991	0.00018575	0.000552104
5	0.422797581	-0.033464853	9.93603E-05	0.001119896
6	0.422282402	-0.027310482	3.78765E-05	0.000745861
7	0.419737421	-0.017904677	8.84688E-05	0.000320577
8	0.395674266	0.013237912	0.000969861	0.000175242
9	0.372719142	0.027501505	0.00020345	0.000756333
10	0.415440853	-0.032840892	0.003641205	0.001078524
11	0.417773679	-0.034731743	3.57532E-06	0.001206294
12	0.41114216	-0.019985169	0.000217461	0.000399407
13	0.389397202	-0.000881716	0.000364942	7.77423E-07
14	0.388915717	-0.016958926	0.000258477	0.000287605
15	0.379726432	-0.0012665	0.000246252	1.60402E-06
16	0.379755976	-0.010703154	8.90504E-05	0.000114558
17	0.375451109	0.002279626	0.000188553	5.1567E-06
18	0.376161773	0.008893579	4.37444E-05	7.90957E-05
19	0.389917597	0.005914167	8.87689E-06	3.49774E-05
20	0.376992568	0.016336331	0.000108622	0.000266876
21	0.373443362	0.018566938	6.28039E-08	0.000275127
22	0.373493283	0.02739069	0.000116721	0.00075025
23	0.386217985	0.030500641	9.6718E-06	0.000930289
24	0.404209656	0.025866409	2.31768E-05	0.000659792
25	0.412143713	0.023292047	5.73297E-06	0.000542519
26	0.403613331	0.046028716	0.000516956	0.002118643
27	0.407268844	0.014386881	0.000972818	0.000220186
28	0.436207686	0.015038334	3.98614E-08	0.000226151
29	0.435921738	0.046889584	0.001132407	0.002370676
30	0.434369649	0.059663454	0.000120426	0.003559728
31	0.40353653	0.141449262	0.006688918	0.020007894
32	0.380210553	0.145957779	2.03267E-05	0.021303673
33	0.368453948	-0.060194163	0.042498623	0.003623337
34	0.37649701	-0.253048212	0.037192684	0.064033398

FUTURA vs. IMPLÍCITA

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.450413264
Coefficiente de determinación R ²	0.202872109
R ² ajustado	0.177961862
Error típico	0.061250378
Observaciones	34

Media de Volat. Futura (Y)	0.40125
Durbin-Watson	0.80846
Coefficiente de Variación	15.26488
Var-Cov de B1_B2	-0.00405
Var B1	0.00168
Var B2	0.01045

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.036553563	0.036553563	8.144122846	0.007515847
Residuos	32	0.120051148	0.003751609		
Total	33	0.150605043			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.288332757	0.040938187	7.043124695	5.50865E-08	0.204944469	0.37172105
IMPLÍCITA	0.29177386	0.102240796	2.85379096	0.007515847	0.083516349	0.50003137

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T α, n-2	T α,3, n-2
Intercepción (H0=0)	0.288332757	0.040938187	7.043124695	1.693888407	2.036931619
IMPLÍCITA (H1=1)	0.29177386	0.102240796	-6.927040547		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	e(t)-e(t-1) ²	e(t) ²
1	0.404529556	-0.024464908		0.000598532
2	0.429770287	-0.044400117	0.000397413	0.00197137
3	0.39907807	-0.007777008	0.001341252	6.04818E-05
4	0.382984205	0.013324213	0.000445262	0.000177535
5	0.419044683	-0.029711956	0.001852112	0.0008828
6	0.402355968	-0.007384028	0.000498536	5.45239E-05
7	0.397290962	0.004541782	0.000142225	2.06278E-05
8	0.386552316	0.022359862	0.000317484	0.000499963
9	0.406095559	-0.005874913	0.000797202	3.45146E-05
10	0.378288142	0.004311819	0.00010377	1.85918E-05
11	0.380070675	0.002971251	1.7971E-06	8.82839E-06
12	0.405712504	-0.011455514	0.000307183	0.000211863
13	0.394978555	-0.006463069	6.54877E-05	4.17713E-05
14	0.380781002	-0.008824211	5.57499E-06	7.78667E-05
15	0.468972837	-0.090512905	0.006673043	0.008192586
16	0.382609053	-0.013556232	0.00592233	0.000183771
17	0.369370919	0.008359817	0.000480313	6.98865E-05
18	0.388283992	-0.00322864	0.000134292	1.04241E-05
19	0.382010758	0.013821007	0.00029069	0.00019102
20	0.352683779	0.04064512	0.000719533	0.001652026
21	0.349701294	0.040329007	9.99276E-08	0.001626429
22	0.35883996	0.042044013	2.94125E-06	0.001767899
23	0.406086697	0.01063193	0.000956719	0.000113038
24	0.452200856	-0.02230479	0.001084823	0.000497504
25	0.372521464	0.062914296	0.007262293	0.003958209
26	0.471254598	-0.021612551	0.007144785	0.000467102
27	0.409337085	0.012770441	0.00118219	0.000163084
28	0.405209251	0.046036769	0.001106649	0.002119384
29	0.42823024	0.056381082	0.000107005	0.003178826
30	0.425925155	0.068107948	0.000137519	0.004638693
31	0.446094995	0.098890798	0.000947584	0.00977939
32	0.437206023	0.088962308	9.85749E-05	0.007914292
33	0.398605541	-0.090345756	0.032151382	0.008162356
34	0.369835671	-0.246386873	0.02434883	0.060706491

Clave: CFR408A
 Serie: EC302
 Bien de Referencia: Cífra C
 Fecha de Vencimiento: 29-ago-94

Fecha	Precio del Bien Suby.	Warrant Ultimo \$	Precio de Ejercicio	Black & Scholes	Cox SIRCEI'	Rt	Anual		Anual		Anual		
							Varianza HISTORICA	Volat.	Varianza FUTURA	Volat.	Varianza IMPLICITA	Volat.	
24-dic-93	9.32	2.68	7.36	2.543	2.435	16	-0.0064	0.0591	0.2431	0.0935	0.3058	0.15937831	0.3992
31-dic-93	9.38	2.78	7.36	2.582	2.477	17	0.0064	0.0561	0.2368	0.0963	0.3103	0.19539752	0.4420
7-ene-94	8.86	2.3	7.36	2.117	1.956	18	-0.0570	0.0734	0.2709	0.0992	0.3150	0.17974888	0.4240
14-ene-94	9.5	2.6	7.36	2.667	2.580	19	0.0697	0.0826	0.2874	0.0968	0.3111	0.09832727	0.3136
21-ene-94	9.7	2.85	7.36	2.842	2.781	20	0.0208	0.0784	0.2800	0.0918	0.3030	0.09742762	0.3121
28-ene-94	9.82	2.94	7.36	2.932	2.876	21	0.0123	0.0770	0.2776	0.0941	0.3068	0.10037721	0.3168
4-feb-94	9.48	2.6	7.36	2.590	2.511	22	-0.0352	0.0817	0.2858	0.0972	0.3117	0.10344075	0.3216
11-feb-94	8.84	2.1	7.36	1.980	1.837	23	-0.0699	0.1062	0.3259	0.0985	0.3138	0.15532749	0.3941
18-feb-94	8.4	1.66	7.36	1.578	1.393	24	-0.0511	0.1143	0.3380	0.0922	0.3036	0.12574743	0.3546
25-feb-94	8.5	1.75	7.36	1.623	1.462	25	0.0118	0.0982	0.3134	0.0897	0.2995	0.13323782	0.3650
4-mar-94	8.42	1.7	7.36	1.552	1.376	26	-0.0095	0.0909	0.3016	0.0933	0.3054	0.15907023	0.3988
11-mar-94	8.12	1.61	7.36	1.311	1.084	27	-0.0363	0.0773	0.2780	0.0969	0.3113	0.03412661	0.4839
18-mar-94	8.96	2.1	7.36	1.999	1.901	28	0.0984	0.1138	0.3374	0.0972	0.3117	0.15557634	0.3944
25-mar-94	8.62	1.97	7.36	1.688	1.597	29	-0.0387	0.1105	0.3324	0.0799	0.2827	0.23707392	0.4869
1-abr-94	8.2	1.7	7.36	1.353	1.223	30	-0.0500	0.1172	0.3423	0.0793	0.2816	0.26307138	0.5129
8-abr-94	8.24	2.15	7.36	1.365	1.256	31	0.0049	0.1178	0.3432	0.0750	0.2739	0.60958653	0.7808
15-abr-94	8.62	2.15	7.36	1.738	1.677	32	0.0451	0.1272	0.3566	0.0792	0.2814	0.37013956	0.6084
22-abr-94	8.46	2.36	7.36	1.543	1.468	33	-0.0187	0.1177	0.3430	0.0792	0.2814	0.73530096	0.8575
29-abr-94	8.02	2.17	7.36	1.165	1.034	34	-0.0534	0.1036	0.3219	0.0822	0.2867	0.86784222	0.9316
6-may-94	8.52	2.3	7.36	1.563	1.511	35	0.0605	0.1185	0.3443	0.0745	0.2729	0.71909854	0.8480
13-may-94	8.8	2.3	7.36	1.794	1.769	36	0.0323	0.1230	0.3508	0.0698	0.2642	0.54220115	0.7363
20-may-94	8.86	2.35	7.36	1.814	1.791	37	0.0068	0.1204	0.3470	0.0724	0.2690	0.61421679	0.7837
27-may-94	8.68	2.32	7.36	1.621	1.587	38	-0.0205	0.1049	0.3239	0.0784	0.2800	0.82188344	0.9066
3-jun-94	8.4	2.35	7.36	1.340	1.285	39	-0.0328	0.0993	0.3151	0.0822	0.2867	1.28161302	1.1321
10-jun-94	8.1	2.32	7.36	1.046	0.963	40	-0.0364	0.1031	0.3211	0.0814	0.2854	1.24769479	1.1170
17-jun-94	7.9	2.32	7.36	0.840	0.739	41	-0.0250	0.1047	0.3235	0.0765	0.2765	1.06823378	1.0336
24-jun-94	7.94	2.32	7.36	0.839	0.756	42	0.0051	0.1008	0.3174	0.0743	0.2726	1.21688233	1.1031
1-jul-94	7.82	2.32	7.36	0.729	0.623	43	-0.0152	0.0612	0.2473	0.0831	0.2883	1.14041838	1.0679
8-jul-94	7.76	2.32	7.36	0.653	0.548	44	-0.0077	0.0577	0.2402	0.0835	0.2889	1.1556555	1.0750
15-jul-94	8.24	2.32	7.36	1.036	1.007	45	0.0600	0.0645	0.2540	0.0857	0.2927	2.43921282	1.5618
22-jul-94	8.9	2.32	7.36	1.644	1.641	46	0.0771	0.0850	0.2916	0.0954	0.3089	2.02439515	1.4228
29-jul-94	9.5	2.32	7.36	2.214	2.214	47	0.0652	0.0924	0.3040	0.0733	0.2708	0.72816907	0.8533
5-ago-94	9.26	2.32	7.36	1.951	1.951	48	-0.0256	0.0939	0.3064	0.0215	0.1468	0.09595545	0.3098
12-ago-94	9.34	2.32	7.36	2.008	2.008	49	0.0086	0.0798	0.2825	0.0001	0.0104	0.03526321	0.1878

Fecha	Warrant Ultimo \$	Black & Scholes	Cur SRCEI*	[W _W -W _W]	[W _W vs-W _W]	Diferencias	[W _W vs-W _W] W _W	[W _W vs-W _W] W _W	Diferencias	Porcentaje en el dinero
31-dic-93	2.68	2.5430	2.4354	0.1370	0.2446	-0.10762	0.05111	0.09127	-0.04016	0.2663
7-ene-94	2.78	2.5819	2.4772	0.1981	0.3028	-0.10473	0.07125	0.10893	-0.03767	0.2745
14-ene-94	2.30	2.1166	1.9561	0.1834	0.3439	-0.16050	0.07976	0.14954	-0.06978	0.2038
21-ene-94	2.60	2.6672	2.5800	0.0672	0.0200	0.04714	0.02583	0.00770	0.01813	0.2908
28-ene-94	2.85	2.8419	2.7806	0.0081	0.0694	-0.06121	0.00286	0.02433	-0.02148	0.3179
4-feb-94	2.94	2.9317	2.8760	0.0083	0.0640	-0.05566	0.00282	0.02176	-0.01893	0.3342
11-feb-94	2.60	2.5900	2.5109	0.0100	0.0891	-0.07909	0.00384	0.03426	-0.03042	0.2880
18-feb-94	2.10	1.9797	1.8369	0.1203	0.2631	-0.14287	0.05727	0.12531	-0.06803	0.2011
25-feb-94	1.66	1.5778	1.3926	0.0822	0.2674	-0.18523	0.04950	0.16109	-0.11159	0.1413
4-mar-94	1.75	1.6232	1.4616	0.1268	0.2884	-0.16159	0.07246	0.16480	-0.09234	0.1549
11-mar-94	1.70	1.5516	1.3762	0.1484	0.3238	-0.17534	0.08731	0.19046	-0.10314	0.1440
18-mar-94	1.61	1.3109	1.0844	0.2991	0.5256	-0.22655	0.18575	0.32646	-0.14071	0.1033
25-mar-94	2.10	1.9992	1.9009	0.1008	0.1991	-0.09831	0.04801	0.09482	-0.04681	0.2174
1-abr-94	1.97	1.6883	1.5965	0.2817	0.3735	-0.09177	0.14299	0.18958	-0.04659	0.1712
8-abr-94	1.70	1.3529	1.2226	0.3471	0.4774	-0.13031	0.20418	0.28083	-0.07665	0.1141
15-abr-94	2.15	1.3646	1.2561	0.7854	0.8939	-0.10844	0.36532	0.41575	-0.05044	0.1196
22-abr-94	2.15	1.7378	1.6774	0.4122	0.4726	-0.06044	0.19172	0.21983	-0.02811	0.1712
29-abr-94	2.36	1.5435	1.4683	0.8165	0.8917	-0.07520	0.34599	0.37785	-0.03187	0.1495
6-may-94	2.17	1.1652	1.0344	1.0048	1.1356	-0.13072	0.46306	0.52330	-0.06024	0.0897
13-may-94	2.30	1.5625	1.5112	0.7375	0.7888	-0.05136	0.32065	0.34298	-0.02233	0.1576
20-may-94	2.30	1.7940	1.7689	0.5060	0.5311	-0.02507	0.22001	0.23091	-0.01090	0.1957
27-may-94	2.35	1.8136	1.7910	0.5364	0.5590	-0.02262	0.22824	0.23787	-0.00963	0.2038
3-jun-94	2.12	1.6206	1.5867	0.6994	0.7333	-0.03390	0.30146	0.31607	-0.01461	0.2193
10-jun-94	2.35	1.3401	1.2851	1.0899	1.0649	-0.05504	0.42973	0.45315	-0.02342	0.1413
17-jun-94	2.32	1.0461	0.9627	1.2739	1.3573	-0.08144	0.54909	0.58506	-0.03596	0.1005
24-jun-94	2.32	0.8397	0.7390	1.4803	1.5810	-0.10069	0.63806	0.68146	-0.04340	0.0734
1-jul-94	2.32	0.8387	0.7563	1.4813	1.5637	-0.08238	0.63849	0.67400	-0.03551	0.0788
8-jul-94	2.12	0.7287	0.6215	1.5913	1.6965	-0.10524	0.68590	0.73127	-0.04536	0.0625
15-jul-94	2.32	0.6528	0.5477	1.6672	1.7723	-0.10505	0.71864	0.76392	-0.04528	0.0543
22-jul-94	2.32	1.0362	1.0068	1.2838	1.3132	-0.02939	0.55338	0.56605	-0.01267	0.1196
29-jul-94	2.32	1.6439	1.6406	0.6761	0.6794	-0.00331	0.29141	0.29284	-0.00143	0.2092
5-ago-94	2.32	2.2136	2.2136	0.1064	0.1064	-0.00001	0.04586	0.04587	-0.00001	0.2908
12-ago-94	2.32	1.9510	1.9510	0.3690	0.3690	0.00000	0.15904	0.15904	0.00000	0.2582
19-ago-94	2.32	2.0079	2.0079	0.3121	0.3121	0.00000	0.13455	0.13455	0.00000	0.2690

PROXIMEDIO

0.55494 0.63747 -0.08253 0.24605 0.28397 -0.03992

Coefficientes de Correlación

B&S vs M Sreco vs M PED vs M
0.51751045 0.557723016 0.57423797

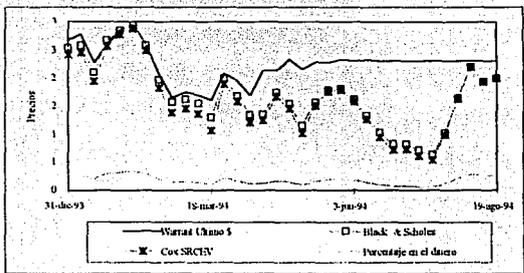
B&S vs PED Sreco vs PED B&S vs Sreco
0.96182641 0.980126718 0.995945058

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F	Fu.c.d.2
Columna 1	34	18.806806632	0.554943133	0.264083371	0.9999924118	1.787824446
Columna 2	34	21.674031355	0.637471516	0.264103411		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de los cuadrados	F	Fu.c.d.2
Entre grupos	0.11578588	1	0.115785879	0.438427778	3.986272645
Dentro de los gru	17.4301638	66	0.264093391		
Total	17.5459497	67			



FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.04794002
Coefficiente de determinación R ²	0.00228246
R ² ajustado	-0.02879934
Error típico	0.056676062
Observaciones	34

Media de Volat. Futura (Y)	0.27973
Durbin-Watson	0.37134
Coefficiente de Variación	20.26086
Var-Cov de B1_B2	-0.02421
Var B1	0.00749
Var B2	0.07928

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.00023678	0.00023678	0.073713267	0.787748974
Residuos	32	0.102789633	0.003212176		
Total	33	0.103026413			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.303079785	0.086543158	3.502065238	0.001384956	0.12679729	0.47936223
HISTÓRICA	-0.076444603	0.281561972	-0.271501874	0.787748974	-0.649967087	0.497077881

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T α , n-2	T $\alpha/2$, n-2
Intercepción ($\alpha_0=0$)	0.303079785	0.086543158	3.502065238	1.693888407	2.036931619
HISTÓRICA ($\alpha_1=1$)	-0.076444603	0.281561972	-3.823117856		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	$(e(t)-e(t-1))^2$	$e(t)^2$
1	0.284498006	0.021325645		0.000454783
2	0.284974218	0.025334736	1.60728E-05	0.000641849
3	0.282370085	0.03265319	5.35598E-05	0.001066231
4	0.281111194	0.029977216	7.16084E-06	0.000898633
5	0.281674029	0.021287744	7.55069E-05	0.000453168
6	0.281861374	0.024945979	1.33827E-05	0.000622302
7	0.281231048	0.030407366	3.05189E-05	0.000928443
8	0.278169366	0.035625345	2.65738E-05	0.001269165
9	0.277239257	0.026347388	8.60805E-05	0.000694185
10	0.279121986	0.020330692	3.62006E-05	0.000413337
11	0.28002737	0.025401293	2.5711E-05	0.000645226
12	0.281827973	0.029465592	1.65185E-05	0.000868221
13	0.277287355	0.034407126	2.44188E-05	0.00118385
14	0.27766603	0.005036111	0.00082657	2.53624E-05
15	0.276914542	0.004732422	9.22271E-08	2.23958E-05
16	0.276841528	-0.002918524	5.8537E-05	8.51778E-06
17	0.275816428	0.005587149	7.23465E-05	3.12162E-05
18	0.276858613	0.00456833	1.03799E-06	2.06996E-05
19	0.278473435	0.008239916	1.34806E-05	6.78962E-05
20	0.276762558	-0.003838676	0.000145892	1.47354E-05
21	0.276266513	-0.012091841	6.81147E-05	0.000146213
22	0.276550789	-0.007534193	2.07722E-05	5.67641E-05
23	0.278320471	0.001654463	8.44314E-05	2.7325E-06
24	0.278991086	0.007726916	3.68747E-05	5.97052E-05
25	0.278532461	0.006860545	7.50598E-07	4.70671E-05
26	0.278347633	-0.001811504	7.52044E-05	3.28155E-06
27	0.278814232	-0.006242019	1.96295E-05	3.89628E-05
28	0.284173585	0.004086922	0.000106687	1.67029E-05
29	0.284720531	0.004219995	1.77084E-08	1.78084E-05
30	0.283662214	0.009015039	2.2925E-05	8.12709E-05
31	0.280790022	0.028080375	0.000363487	0.000788507
32	0.279841511	-0.009031814	0.001377315	8.15737E-05
33	0.279660371	-0.132868226	0.015335457	0.017653965
34	0.281484065	-0.271043699	0.019092461	0.073464687

FUTURA vs. IMPLÍCITA

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>		<i>Media de Volat. Futura (Y)</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.163395444	Durbin-Watson	0.33099
Coefficiente de determinación R ²	0.026698071	Coefficiente de Variación	20.01157
R ² ajustado	-0.003717614	Var-Cov de B1_B2	-0.00051
Error típico	0.055978737	Var B1	0.00044
Observaciones	34	Var B2	0.00074

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.002750607	0.002750607	0.877773131	0.355829877
Residuos	32	0.100275807	0.003133619		
Total	33	0.103026413			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	0.262303488	0.020933411	12.53037468	6.9553E-14	0.21966356	0.304943415
IMPLÍCITA	0.02550074	0.027218341	0.936895475	0.355829877	-0.029941159	0.080942639

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>T α, n-2</i>	<i>T α/2, n-2</i>
Intercepción (H0=0)	0.262303488	0.020933411	12.53037468	1.693888407	2.036931619
IMPLÍCITA (H1=1)	0.02550074	0.027218341	-35.80303704		

Análisis de los residuales

<i>Observación</i>	<i>Pronóstico FUTURA</i>	<i>Residuos</i>	<i>e(t)-e(t-1))^2</i>	<i>e(t)^2</i>
1	0.272463948	0.033339704		0.001111536
2	0.273575782	0.036733172	1.15156E-05	0.001349326
3	0.273114986	0.04190829	2.67818E-05	0.001756305
4	0.270299801	0.040788609	1.25368E-06	0.001663711
5	0.270263135	0.032698638	6.54476E-05	0.001069201
6	0.270382725	0.036424627	1.3883E-05	0.001326753
7	0.270505089	0.041196325	2.27691E-05	0.001697137
8	0.27235374	0.041440971	5.98517E-08	0.001717354
9	0.271346276	0.03224037	8.46511E-05	0.001039441
10	0.271611706	0.027840972	1.93547E-05	0.00077512
11	0.272474103	0.03295456	2.61488E-05	0.001086003
12	0.274642437	0.036651128	1.36646E-05	0.001343305
13	0.272361787	0.039332694	7.19079E-06	0.001547061
14	0.274719859	0.007982282	0.000982948	6.37168E-05
15	0.275382941	0.006264023	2.95242E-06	3.9238E-05
16	0.282213451	-0.003290448	0.000211833	6.87315E-05
17	0.277817908	0.003585669	0.000141042	1.2857E-05
18	0.284170294	-0.002743352	4.00565E-05	7.52598E-06
19	0.29605943	0.000653871	1.15411E-05	4.27548E-07
20	0.283928033	-0.011004151	0.000135909	0.000121091
21	0.281080782	-0.01690611	3.48331E-05	0.000225817
22	0.282288924	-0.013272327	1.32044E-05	0.000178155
23	0.285421895	-0.005446961	6.12364E-05	2.96694E-05
24	0.291172455	-0.004454453	9.85073E-07	1.98421E-05
25	0.290787881	-0.005394875	8.84394E-07	2.91047E-05
26	0.286659879	-0.01212375	4.52778E-05	0.000146985
27	0.290433964	-0.017861751	3.29247E-05	0.000319042
28	0.289535823	-0.001275315	0.00027511	1.62643E-06
29	0.289717145	-0.00077662	2.48698E-07	6.03138E-07
30	0.302130492	-0.009453238	7.52837E-05	8.3637E-05
31	0.298586257	0.01028414	0.000389564	0.000105764
32	0.284063989	-0.013254292	0.000554058	0.000175676
33	0.27020277	-0.123410624	0.012134417	0.015230182
34	0.267092145	-0.256651778	0.017753205	0.065870135

Clave: CMX412A
 Serie: DC205
 Bien de Referencia: Cemex * II
 Fecha de Vencimiento: 7-dic-91

Fecha	Precio del Bien Subj.		Precio de Operación	Black -s	Cis	S70 7H'	Iu	Anual		Anual		Anual	
	Valor	Warran						Variación	Volat.	Variación	Volat.	Variación	Volat.
		Útimo \$						HISTORICA	ESTADISTICA	HISTORICA	ESTADISTICA	HISTORICA	ESTADISTICA
31-dic-93	92.0	30.30	89.000	21.537	11.529	16	0.0051	0.0395	0.1987	0.3025	0.3500	0.6614	0.8133
7-ene-91	92.9	32.50	89.000	24.652	11.611	17	0.0032	0.0369	0.1920	0.3087	0.5556	0.7916	0.8897
11-ene-91	88.6	32.50	89.000	21.718	7.522	18	-0.0471	0.0561	0.2374	0.1153	0.5615	0.9964	0.9982
21-ene-91	91	32.50	89.000	25.288	12.593	19	0.0592	0.0593	0.2436	0.3198	0.5656	0.7774	0.8817
28-ene-91	97.3	33.50	89.000	27.588	15.991	20	0.0345	0.0416	0.2112	0.3225	0.5679	0.7136	0.8418
4-feb-91	103.5	38.30	89.000	31.351	21.865	21	0.0618	0.0420	0.2050	0.3281	0.5728	0.7596	0.8716
11-feb-91	104.1	39.70	89.000	32.136	22.176	22	0.0058	0.0411	0.2028	0.3303	0.5747	0.8112	0.9171
18-feb-91	100.3	38.00	89.000	29.062	18.000	23	-0.0372	0.0512	0.2328	0.3380	0.5814	0.9354	0.9672
25-feb-91	94.7	33.50	89.000	24.981	12.383	24	-0.0575	0.0701	0.2652	0.3450	0.5874	0.9151	0.9566
4-mar-91	94.3	29.00	89.000	24.762	12.202	25	-0.0021	0.0711	0.2667	0.3500	0.5916	0.6555	0.8097
11-mar-91	88	26.00	89.000	20.318	5.911	26	-0.0713	0.0932	0.3053	0.3590	0.5992	0.7494	0.8637
18-mar-91	82.2	21.00	89.000	16.417	1.600	27	-0.0682	0.1049	0.3254	0.3621	0.6018	0.6842	0.8272
25-mar-91	86	21.00	89.000	18.183	3.686	28	0.0152	0.1039	0.3223	0.3657	0.6017	0.5680	0.7536
1-abr-91	81.1	18.00	89.000	15.907	1.375	29	-0.0550	0.1128	0.3359	0.3727	0.6105	0.5510	0.7423
8-abr-91	72	13.50	89.000	10.889	0.018	30	-0.1227	0.1355	0.3918	0.3791	0.6157	0.5939	0.7706
15-abr-91	67	9.50	89.000	8.160	0.000	31	-0.0720	0.1647	0.4021	0.3667	0.6056	0.6054	0.7781
22-abr-91	68.8	8.00	89.000	9.011	0.002	32	0.0265	0.1679	0.4097	0.3687	0.6072	0.5601	0.7114
29-abr-91	71	11.00	89.000	9.867	0.007	33	0.0315	0.1734	0.4164	0.3795	0.6160	0.5016	0.7082
6-may-91	19.5	10.20	25.986	2.526	0.023	34	-0.2607	0.2540	0.5743	0.3905	0.6249	0.6602	0.8126
13-may-91	21.7	14.00	25.986	1.866	0.045	35	0.1069	0.6137	0.7834	0.1659	0.4073	0.3194	0.3651
20-may-91	23.75	19.74	25.986	2.721	0.501	36	0.0903	0.6376	0.7985	0.1561	0.3951	0.1510	0.3886
27-may-91	24.9	21.20	25.986	3.217	1.099	37	0.0473	0.6565	0.8102	0.1500	0.3873	0.1332	0.3677
3-jun-91	24.3	20.80	25.986	2.788	0.631	38	-0.0241	0.6566	0.8103	0.1528	0.3908	0.1517	0.3895
10-jun-91	22.8	19.50	25.986	1.962	0.100	39	-0.0637	0.6579	0.8111	0.1564	0.3955	0.1581	0.3980
17-jun-91	21.85	15.80	25.986	1.419	0.015	40	-0.1126	0.6544	0.8089	0.1511	0.3887	0.1122	0.3349
24-jun-91	21	15.80	25.986	1.075	0.001	41	-0.0397	0.6495	0.8059	0.1505	0.3880	0.1340	0.3660
1-jul-91	22.4	15.66	25.986	1.542	0.030	42	0.0645	0.6763	0.8223	0.1501	0.3875	0.1089	0.3300
8-jul-91	23.1	17.50	25.986	1.796	0.091	43	0.0308	0.6695	0.8182	0.1514	0.3890	0.1259	0.3549
15-jul-91	22.85	16.10	25.986	1.680	0.060	44	-0.0109	0.6666	0.8165	0.1579	0.3974	0.1201	0.3166
22-jul-91	23.6	16.70	25.986	1.997	0.176	45	0.0323	0.6316	0.7966	0.1611	0.4051	0.1233	0.3540
29-jul-91	26.1	20.20	25.986	3.336	1.570	46	0.1007	0.6611	0.8132	0.1719	0.4146	0.1666	0.4082
5-ago-91	30.8	28.00	89.000	6.039	6.035	47	0.1656	0.7366	0.8698	0.1588	0.3985	0.1417	0.3764
12-ago-91	30	31.70	89.000	5.148	5.129	48	-0.0263	0.7383	0.8708	0.0899	0.2999	0.0666	0.2541
19-ago-91	30.35	33.05	89.000	5.635	5.550	49	0.0116	0.7283	0.4778	0.0929	0.3048	0.0682	0.2612
26-ago-91	31.05	39.30	89.000	6.181	5.957	50	0.0228	0.2011	0.4522	0.0988	0.3141	0.0708	0.2661
2-sep-91	29.95	36.00	89.000	5.177	1.838	51	-0.0361	0.1975	0.4444	0.1042	0.3229	0.0794	0.2818
9-sep-91	30.85	35.25	89.000	5.948	5.729	52	0.0296	0.1944	0.4409	0.1064	0.3262	0.0832	0.2884
16-sep-91	32.1	36.50	89.000	7.332	7.221	53	0.0190	0.1920	0.4381	0.1121	0.3348	0.0861	0.2934
23-sep-91	33.1	41.00	89.000	8.170	8.112	54	0.0304	0.1647	0.4059	0.1108	0.3328	0.0915	0.3025
30-sep-91	31.35	36.00	89.000	6.106	5.962	55	-0.0633	0.1767	0.4204	0.1158	0.3402	0.1079	0.3285
7-oct-91	30.45	33.00	89.000	5.181	5.023	56	-0.0291	0.1721	0.4149	0.1072	0.3275	0.1237	0.3517
14-oct-91	33.55	40.00	89.000	8.088	8.063	57	0.0970	0.1853	0.4305	0.1143	0.3381	0.1269	0.3563
21-oct-91	32	37.50	89.000	6.466	6.462	58	-0.0173	0.2042	0.4519	0.0981	0.3210	0.1529	0.3911
28-oct-91	32.3	35.00	89.000	6.703	6.703	59	0.0093	0.2007	0.4480	0.0523	0.2288	0.1778	0.4216
4-nov-91	32.5	37.00	89.000	6.810	6.810	60	0.0062	0.2013	0.4487	0.0612	0.2474	0.2136	0.4622
11-nov-91	31.95	37.50	89.000	6.207	6.206	61	-0.0171	0.1800	0.4242	0.0748	0.2735	0.0921	0.3035
18-nov-91	30.65	34.00	89.000	4.849	4.813	62	-0.0415	0.0947	0.3077	0.0972	0.3118	0.1000	0.3162
25-nov-91	31.7	34.60	89.000	5.855	5.855	63	0.0337	0.0956	0.3091	0.0958	0.3095	0.0996	0.3156
2-dic-91	32.8	40.00	89.000	6.869	6.869	64	0.0341	0.0987	0.3141	0.1415	0.3801	0.1348	0.3671

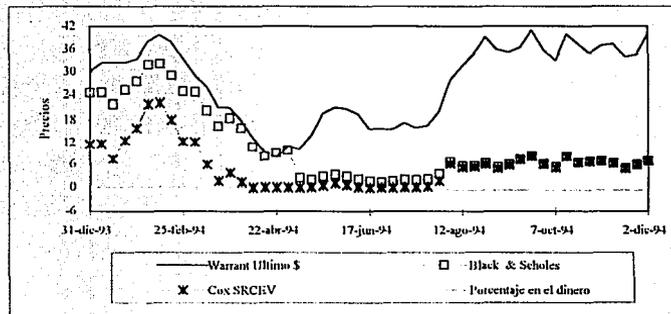
FALLA EN REPORTE

Fecha	Warrant Ultimo \$	Black & Scholtes	Cox SRCEI'	W _W -W _S	W _{SRCEV} -W _S	Diferencias	W _W -W _S W _W	W _{SRCEV} -W _S W _S	Diferencias	Porcentaje en el dinero
31-dic-93	30.30	24.5366	11.5290	5.7644	18.7710	-13.00765	0.19021	0.61951	-0.42930	0.0404
7-ene-94	32.50	24.6521	11.6436	7.8479	20.8564	-13.00843	0.24147	0.64173	-0.40026	0.0438
14-ene-94	32.50	21.7478	7.5223	10.7522	24.9777	-14.22547	0.33084	0.76854	-0.43771	-0.0045
21-ene-94	32.50	25.2880	12.5942	7.2120	19.9068	-12.69478	0.22191	0.61252	-0.39061	0.0562
28-ene-94	33.50	27.5879	15.9945	5.9121	17.5055	-11.59339	0.17648	0.52255	-0.34607	0.0933
4-feb-94	38.30	31.9810	21.8652	6.3190	16.4348	-10.11578	0.16499	0.42911	-0.26412	0.1629
11-feb-94	39.70	32.1357	22.1764	7.5643	17.5236	-9.95932	0.19054	0.44140	-0.25086	0.1697
18-feb-94	38.00	29.0618	18.0003	8.9382	19.9997	-11.06156	0.23521	0.52631	-0.29109	0.1270
25-feb-94	33.50	24.9811	12.3827	8.5189	21.1173	-12.59840	0.25430	0.63037	-0.37607	0.0640
4-mar-94	29.00	24.7624	12.2023	4.2376	16.7977	-12.56010	0.14612	0.57923	-0.43311	0.0618
11-mar-94	26.00	20.3483	5.9138	5.6517	20.0862	-14.43455	0.21737	0.77255	-0.55517	-0.0112
18-mar-94	21.00	16.4475	1.6001	4.5525	19.3999	-14.84741	0.21679	0.92381	-0.70702	-0.0764
25-mar-94	21.00	18.4827	3.6864	2.5173	17.3136	-14.79631	0.11987	0.82446	-0.70459	-0.0337
1-abr-94	18.00	15.9075	1.3751	2.0925	16.6249	-14.53237	0.11625	0.92360	-0.80735	-0.0854
8-abr-94	13.50	10.8895	0.0184	2.6105	13.4816	-10.87104	0.19337	0.99863	-0.80526	-0.1910
15-abr-94	9.50	8.1602	0.0002	1.3398	9.4998	-8.15996	0.14104	0.99998	-0.85894	-0.2472
22-abr-94	8.00	9.0440	0.0020	1.0440	7.9980	-6.95395	0.13051	0.99975	-0.86924	-0.2270
29-abr-94	11.00	9.8667	0.0075	1.1333	10.9925	-9.85919	0.10303	0.99932	-0.89629	-0.2022
6-may-94	10.20	3.2264	0.0223	7.8736	10.1777	-2.30409	0.77192	0.99781	-0.22589	-0.2496
13-may-94	14.00	1.8663	0.0476	12.1337	13.9524	-1.81874	0.86669	0.99660	-0.12991	-0.1649
20-may-94	19.74	2.7206	0.5006	17.0194	19.2394	-2.22006	0.86218	0.97464	-0.11247	-0.0860
27-may-94	21.20	3.2170	1.0988	17.9830	20.1012	-2.11816	0.84826	0.94817	-0.09991	-0.0418
3-jun-94	20.80	2.7875	0.6307	18.0125	20.1693	-2.15682	0.86598	0.96968	-0.10369	-0.0649
10-jun-94	19.50	1.9624	0.0996	17.5376	19.4004	-1.86281	0.89936	0.99189	-0.09553	-0.1226
17-jun-94	15.80	1.4490	0.0148	14.3510	15.7852	-1.43419	0.90829	0.99907	-0.09077	-0.1592
24-jun-94	15.80	1.0746	0.0014	14.7254	15.7986	-1.07315	0.93199	0.99991	-0.06792	-0.1919
1-jul-94	15.66	1.5416	0.0295	14.1184	15.6305	-1.51206	0.90156	0.99812	-0.09656	-0.1380
8-jul-94	17.50	1.7956	0.0905	15.7044	17.4095	-1.70503	0.89740	0.99483	-0.09743	-0.1111
15-jul-94	16.10	1.6803	0.0597	14.4197	16.0403	-1.62066	0.89565	0.99629	-0.10066	-0.1207
22-jul-94	16.70	1.9974	0.1764	14.7026	16.5236	-1.82099	0.88039	0.98944	-0.10904	-0.0918
29-jul-94	20.20	3.3364	1.5697	16.8636	18.6303	-1.76664	0.83483	0.92229	-0.08746	0.0044
5-ago-94	28.00	6.6386	6.0347	21.3614	21.9653	-0.60386	0.76291	0.78447	-0.02157	-0.6539
12-ago-94	31.70	5.4483	5.1294	26.2517	26.5706	-0.31896	0.82813	0.83819	-0.01006	-0.6629
19-ago-94	35.05	5.6349	5.3500	29.4151	29.7000	-0.28484	0.83923	0.84736	-0.00813	-0.6590
26-ago-94	39.30	6.1838	5.9568	33.1162	33.3432	-0.22704	0.84265	0.84843	-0.00578	-0.6511
2-sep-94	36.00	5.1768	4.8378	30.8232	31.1622	-0.33902	0.85620	0.86562	-0.00942	-0.6635
9-sep-94	35.25	5.9480	5.7290	29.3020	29.5210	-0.21895	0.83126	0.83747	-0.00621	-0.6534
16-sep-94	36.50	7.3323	7.2214	29.1677	29.2786	-0.11097	0.79911	0.80215	-0.00304	-0.6360
23-sep-94	41.00	8.1696	8.1117	32.8304	32.8883	-0.05799	0.80074	0.80215	-0.00141	-0.6247
30-sep-94	36.00	6.1060	5.9617	29.8940	30.0383	-0.14424	0.83039	0.83440	-0.00401	-0.6478
7-oct-94	33.00	5.1814	5.0233	27.8186	27.9767	-0.15809	0.84299	0.84778	-0.00479	-0.6579
14-oct-94	40.00	8.0883	8.0631	31.9117	31.9369	-0.02516	0.79779	0.79842	-0.00063	-0.6230
21-oct-94	37.50	6.4661	6.4622	31.0339	31.0378	-0.00387	0.82757	0.82767	-0.00010	-0.6404
28-oct-94	35.00	6.7033	6.7025	28.2967	28.2975	-0.00075	0.80848	0.80850	-0.00002	-0.6371
4-nov-94	37.00	6.8402	6.8397	30.1598	30.1603	-0.00052	0.81513	0.81514	-0.00001	-0.6348
11-nov-94	37.50	6.2072	6.2060	31.2928	31.2940	-0.00114	0.83448	0.83451	-0.00003	-0.6410
18-nov-94	34.00	4.8494	4.8431	29.1506	29.1569	-0.00636	0.85737	0.85756	-0.00019	-0.6556
25-nov-94	34.60	5.8347	5.8346	28.7653	28.7654	-0.00010	0.83137	0.83137	0.00000	-0.6438
2-dic-94	40.00	6.8693	6.8693	33.1307	33.1307	0.00000	0.82827	0.82827	0.00000	-0.6315
PROMEDIO				16.79947	21.72182	-4.92235	0.60385	0.83479	-0.23093	

FALLA DE ORIGEN

Coefficientes de Correlación

B&S vs M	Srcev vs M	PED vs M
0.352222918	0.730723429	-0.406294384
B&S vs PED	Srcev vs PED	B&S vs Srcev
0.571666446	0.207594027	0.824898667



RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F	Fa,d1,d2
Columna 1	49	823.1740696	16.79947081	120.8329201	2.428617416	1.615369172
Columna 2	49	1064.369004	21.7218164	49.75378966		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de los cuadrados	F	Fa,d1,d2
Entre grupos	593.6224107	1	593.6224107	6.959773263	3.940158422
Dentro de los grup	8188.162067	96	85.29335486		
Total	8781.784478	97			

FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

Estadísticas de la regresión		Medida de Volat. Futura (Y)	0.44025
Coefficiente de correlación múltiple	0.395333324	Durbin-Watson	0.12759
Coefficiente de determinación R ²	0.156288437	Coefficiente de Variación	26.88299
R ² ajustado	0.138337127	Var-Cov de B1_B2	-0.00268
Error típico	0.11835261	Var B1	0.00160
Observaciones	49	Var B2	0.00549

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.121951287	0.121951287	8.708241419	0.004932334
Residuos	47	0.658344996	0.01400734		
Total	48	0.780296282			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.547186593	0.03991482	13.65257841	5.22954E-18	0.466734183	0.627839002
HISTÓRICA	-0.218571411	0.074076082	-2.950634071	0.004932334	-0.367593125	-0.069548696

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T α, n-2	T α/2, n-2
Intercepción (α=0)	0.547186593	0.03991482	13.65257841	1.677926775	2.011738616
HISTÓRICA (α1=1)	-0.218571411	0.074076082	-16.45026818		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	e(t)-e(t-1) ²	e(t) ²
1	0.503763295	0.046240567		0.00213819
2	0.505226627	0.050409359	1.73788E-05	0.002541103
3	0.495299484	0.066177385	0.000248831	0.004379446
4	0.49394074	0.071809747	2.95106E-05	0.005127956
5	0.501032775	0.066868494	2.24795E-05	0.004471396
6	0.502373181	0.07042287	1.26336E-05	0.004959381
7	0.502857242	0.071874114	2.10611E-06	0.005165888
8	0.496307354	0.085078073	0.000174345	0.007238278
9	0.489211161	0.098156832	0.000171054	0.009634764
10	0.483887838	0.102735125	2.09608E-05	0.010554506
11	0.480467345	0.118687701	0.000254485	0.01408877
12	0.476054169	0.125707518	4.92778E-05	0.01580238
13	0.476745472	0.127963727	5.09048E-06	0.016374715
14	0.473772236	0.13672171	7.67023E-05	0.018692826
15	0.461557988	0.154121716	0.00030276	0.023753503
16	0.459296817	0.146272367	6.16123E-05	0.021395605
17	0.457636223	0.149578348	1.09295E-05	0.022373682
18	0.458173759	0.159838772	0.000105276	0.025548433
19	0.384508563	0.240358489	0.006483425	0.057772203
20	0.37596448	0.03129013	0.043709579	0.00979072
21	0.372659124	0.022419712	7.86843E-05	0.000502643
22	0.370096315	0.017228473	2.69897E-05	0.000296751
23	0.370070082	0.020778095	1.26211E-05	0.000431771
24	0.368894661	0.025590816	2.31527E-05	0.00065489
25	0.3703745	0.018278316	5.34727E-05	0.000334097
26	0.371041432	0.016941295	1.78763E-06	0.000287007
27	0.36744533	0.020019446	9.47501E-06	0.000400778
28	0.368344902	0.02069796	4.60382E-07	0.000428406
29	0.368733176	0.028837202	6.30316E-05	0.000820089
30	0.373067898	0.032023199	1.1465E-05	0.001025485
31	0.369435342	0.045178071	0.000173051	0.002041058
32	0.357071465	0.04146585	1.37806E-05	0.001719417
33	0.35685481	-0.056987973	0.008693155	0.003247829
34	0.442755507	-0.137919044	0.006549838	0.019021683
35	0.448358703	-0.133971003	1.5587E-05	0.01794823
36	0.450057823	-0.127198404	4.56681E-05	0.016179434
37	0.450822118	-0.124662235	6.43215E-06	0.015540673
38	0.451421022	-0.116622827	8.46321E-05	0.013600884
39	0.45847759	-0.125663745	8.17382E-05	0.015791377
40	0.455303904	-0.115070094	0.000112225	0.013241126
41	0.456510312	-0.12905289	0.000195519	0.016654649
42	0.453092948	-0.115007617	0.00019727	0.01326752
43	0.448410597	-0.207447465	0.008545126	0.043034451
44	0.449255746	-0.220456215	0.000189228	0.048600943
45	0.449115298	-0.201745683	0.000350084	0.040701319
46	0.454460216	-0.15093208	0.000433206	0.032736418
47	0.479933291	-0.168129658	0.000163902	0.028267582
48	0.479616029	-0.17011468	3.94031E-06	0.028939004
49	0.478535073	-0.09838887	0.005144592	0.00988037

FUTURA vs. IMPLICITA

Resumen

Estadísticas de la regresión		Medida de Volat. Futura (Y)	
Coefficiente de correlación múltiple	0.899516346	Durbin-Watson	0.42787
Coefficiente de determinación R ²	0.809129657	Coefficiente de Variación	12.78645
R ² ajustado	0.805068586	Var-Cov de B1_B2	-0.00057
Error típico	0.056292439	Var B1	0.00037
Observaciones	49	Var B2	0.00106

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítica de F
Regresión	1	0.631360863	0.631360863	199.2404548	1.60272E-18
Residuos	47	0.148935419	0.003168839		
Total	48	0.780296282			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.192577154	0.019301573	9.977277567	3.44644E-13	0.153747434	0.231406874
IMPLICITA	0.458642662	0.032492706	14.1152561	1.60272E-18	0.393276031	0.524009693

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T α, n-2	T α/2, n-2
Intercepción (H0=0)	0.192577154	0.019301573	9.977277567	1.677926775	2.011736616
IMPLICITA (H1=1)	0.458642662	0.032492706	-16.66083209		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	(e(t) - e(t-1))^2	e(t)^2
1	0.565587326	-0.015583464		0.000242844
2	0.600637177	-0.045001191	0.000865403	0.002025107
3	0.850400043	-0.088923174	0.001929141	0.007907331
4	0.596968362	-0.0314117876	0.003306859	0.000987083
5	0.580023611	-0.012122341	0.000372318	0.000146951
6	0.592313618	-0.019517568	5.48894E-05	0.000309035
7	0.813218492	-0.038487137	0.000359845	0.001481264
8	0.636163926	-0.054778499	0.000265408	0.003000686
9	0.631326372	-0.043958379	0.000117075	0.001932339
10	0.56391798	0.027704733	0.005135609	0.000767555
11	0.589601789	0.009553257	0.000329478	9.12647E-05
12	0.571949756	0.029811932	0.000410414	0.000888751
13	0.538227342	0.066481356	0.001344683	0.004419837
14	0.533014658	0.077479288	0.000120944	0.000800304
15	0.546027209	0.069652495	6.12587E-05	0.00485147
16	0.549433921	0.056135263	0.000182716	0.003151168
17	0.518848654	0.088365717	0.001038802	0.0078085
18	0.517398247	0.098614285	0.000105033	0.009724777
19	0.565247711	0.059819341	0.001520606	0.003554466
20	0.451787682	-0.044513072	0.01084356	0.001981414
21	0.370809438	0.024269398	0.004731026	0.000589004
22	0.361209146	0.02611364	3.40123E-06	0.000661922
23	0.371207246	0.019641931	4.1863E-05	0.000365805
24	0.375119201	0.020366276	5.24676E-07	0.000414785
25	0.346187128	0.042465689	0.000488384	0.001803335
26	0.360461579	0.027521147	0.000223339	0.000757414
27	0.343938565	0.043528211	0.000258226	0.001894705
28	0.355337977	0.033704886	8.64977E-05	0.001136019
29	0.351555354	0.045816824	0.000146899	0.002099181
30	0.354946416	0.050144879	1.87303E-05	0.002514489
31	0.379778172	0.034837242	0.000234318	0.001213633
32	0.385228176	0.033009139	2.3351E-06	0.001109499
33	0.309111949	-0.009245112	0.001810884	8.54721E-05
34	0.312360614	-0.007524151	2.99171E-06	5.66128E-05
35	0.314602192	-0.000214493	5.34311E-05	4.80072E-08
36	0.321805204	0.001054215	1.60962E-06	1.11137E-06
37	0.324862979	0.001296904	5.88976E-08	1.68196E-08
38	0.327153756	0.007644439	4.02912E-05	5.84375E-05
39	0.331331067	0.001482779	3.79661E-05	2.19863E-08
40	0.34325305	-0.00301924	2.02682E-05	9.11581E-06
41	0.35390093	-0.026443509	0.000546896	0.000699259
42	0.355989059	-0.017883728	7.32699E-05	0.000319828
43	0.371929451	-0.130968319	0.012787672	0.017152177
44	0.385980668	-0.157161137	0.00066168	0.024699623
45	0.404540582	-0.157170966	9.6814E-11	0.024702713
46	0.331771549	-0.058243413	0.009786661	0.003392295
47	0.33760275	-0.025799117	0.001052632	0.000865594
48	0.337331199	-0.02782985	4.12388E-06	0.000774501

Clave: CMX406A
 Serie: EC301
 Bien de Referencia: Cemex * B
 Fecha de Vencimiento: 14-jun-94

Fecha	Precio del Bien Suby.	Warrant Ultimo \$	Precio de Ejercicio	Black & Scholes	Cox SRCEV	Ra	Anual		Anual		Anual		
							Varianza HISTORICA	Volat.	Varianza FUTURA	Volat.	Varianza IMPLICITA	Volat.	
31-dic-93	92.60	49.00	45.5	49.640	49.137	16	0.0054	0.0395	0.1987	0.4341	0.6588	0.3483	0.5901
7-ene-94	92.90	50.00	45.5	49.829	49.332	17	0.0032	0.0369	0.1920	0.4514	0.6718	0.5086	0.7132
14-ene-94	88.60	48.50	45.5	45.623	44.998	18	-0.0474	0.0564	0.2374	0.4704	0.6859	1.2009	1.0958
21-ene-94	94.00	47.00	45.5	50.771	50.303	19	0.0592	0.0593	0.2436	0.4912	0.7009	0.5210	0.7218
28-ene-94	97.30	52.00	45.5	53.932	53.576	20	0.0345	0.0446	0.2112	0.4981	0.7058	0.5342	0.7309
4-feb-94	103.50	53.10	45.5	59.887	59.645	21	0.0618	0.0420	0.2050	0.5141	0.7170	0.5911	0.7688
11-feb-94	104.10	58.00	45.5	60.319	60.114	22	0.0058	0.0411	0.2028	0.5181	0.7198	0.6046	0.7775
18-feb-94	100.30	58.00	45.5	56.403	56.149	23	-0.0372	0.0542	0.2328	0.5438	0.7374	1.2440	1.1154
25-feb-94	94.70	55.00	45.5	50.850	50.495	24	-0.0575	0.0704	0.2652	0.5778	0.7601	2.1293	1.4592
4-mar-94	94.50	47.00	45.5	50.634	50.279	25	-0.0021	0.0711	0.2667	0.6144	0.7838	0.6403	0.8002
11-mar-94	88.00	49.50	45.5	44.252	43.734	26	-0.0713	0.0932	0.3053	0.6544	0.8089	2.6718	1.6346
18-mar-94	82.20	38.90	45.5	38.508	37.771	27	-0.0682	0.1059	0.3254	0.6993	0.8362	0.8608	0.9278
25-mar-94	86.00	43.00	45.5	42.054	41.475	28	0.0452	0.1039	0.3223	0.7517	0.8670	1.1980	1.0945
1-abr-94	81.40	43.00	45.5	37.645	36.945	29	-0.0550	0.1128	0.3359	0.7909	0.8893	3.1572	1.7769
8-abr-94	72.00	28.00	45.5	28.878	27.630	30	-0.1227	0.1535	0.3918	0.8681	0.9317	0.9085	0.9531
15-abr-94	67.00	23.00	45.5	24.148	22.549	31	-0.0720	0.1617	0.4021	0.9155	0.9568	0.8639	0.9294
22-abr-94	68.80	22.00	45.5	25.758	24.300	32	0.0265	0.1679	0.4097	1.0147	1.0073	0.9895	0.9947
29-abr-94	71.00	26.00	45.5	27.550	26.384	33	0.0315	0.1734	0.4164	1.1409	1.0681	1.0519	1.0256
6-may-94	19.50	0.90	13.481	6.733	6.259	34	-0.3607	0.5540	0.7443	1.2972	1.1389	0.6383	0.7989
13-may-94	21.70	0.86	13.481	8.418	8.417	35	0.1069	0.6137	0.7834	0.2716	0.5212	0.3274	0.5722
20-may-94	23.75	0.46	13.481	10.414	10.414	36	0.0903	0.6376	0.7985	0.2189	0.4679	0.2443	0.4943
27-may-94	24.90	0.50	13.481	11.526	11.526	37	-0.0473	0.6565	0.8102	0.1207	0.3474	0.1550	0.3937
3-jun-94	24.30	0.50	13.481	10.886	10.886	38	-0.0244	0.6566	0.8103	0.0201	0.1419	0.0711	0.2667
10-jun-94	22.80	0.50	13.481	9.347	9.347	39	-0.0637	0.6579	0.8111	0.0116	0.1079	0.0204	0.1427

Fecha	Warrant	Black &	Cux	W _{BS} -W _M	W _{SRCEV} -W _M	Diferencias	W _{BS} -W _M	W _{SRCEV} -W _M	Diferencias	Porcentaje en el dinero
	Ultimo \$	Scholes	SRCEV							
31-dic-93	49.00	49.6399	49.1368	0.6399	0.1368	0.50312	0.01306	0.00279	0.01027	1.0352
7-ene-94	50.00	49.8291	49.3319	0.1709	0.6681	-0.49717	0.00342	0.01336	-0.00994	1.0418
14-ene-94	48.50	45.6227	44.9977	2.8773	3.5023	-0.62507	0.03932	0.07221	-0.01289	0.9473
21-ene-94	47.00	50.7709	50.3034	3.7709	3.3034	0.46754	0.08023	0.07028	0.00995	1.0659
28-ene-94	52.00	53.9116	53.5759	1.9316	1.5759	0.35569	0.01715	0.03031	0.00661	1.1385
4-feb-94	53.10	59.8870	59.6450	6.7870	6.5450	0.24197	0.12781	0.12326	0.00456	1.2747
11-feb-94	58.00	60.3189	60.1138	2.3189	2.1138	0.20510	0.03998	0.03645	0.00354	1.2879
18-feb-94	58.00	56.4035	56.1491	1.5965	1.8509	-0.25433	0.02753	0.03191	-0.00439	1.2044
25-feb-94	55.00	50.8500	50.4949	4.1500	4.5051	-0.35509	0.07546	0.08191	-0.00646	1.0813
4-mar-94	47.00	50.6344	50.2785	3.6344	3.2785	0.35591	0.07733	0.06976	0.00757	1.0769
11-mar-94	49.50	44.2516	43.7335	5.2484	5.7665	-0.51808	0.10603	0.11649	-0.01047	0.9341
18-mar-94	38.90	38.5078	37.7711	0.3922	1.1289	-0.73668	0.01008	0.02902	-0.01894	0.8066
25-mar-94	43.00	42.0542	41.4748	0.9458	1.5252	-0.57937	0.02200	0.03547	-0.01347	0.8901
1-abr-94	43.00	37.6448	36.9452	5.3552	6.0548	-0.69957	0.12454	0.14081	-0.01627	0.7890
8-abr-94	28.00	28.8783	27.6301	0.8783	0.3699	0.50839	0.03137	0.01321	0.01816	0.5824
15-abr-94	23.00	24.1482	22.5492	1.1482	4.5008	0.69741	0.04992	0.01960	0.03032	0.4725
22-abr-94	22.00	25.7382	24.3900	3.7582	2.3900	1.36815	0.17083	0.10864	0.06219	0.5121
29-abr-94	26.00	27.5496	26.3836	1.5496	0.3836	1.16594	0.03960	0.01475	0.04184	0.5604
6-may-94	0.90	6.7330	6.2587	5.8330	5.5587	0.47428	6.48108	5.95411	0.52698	0.4465
13-may-94	0.86	8.1177	8.1171	7.5577	7.5571	0.00063	8.78800	8.78727	0.00073	0.6097
20-may-94	0.46	10.4141	10.4141	9.9541	0.00000	0.00000	21.63931	21.63931	0.00000	0.7617
27-may-94	0.50	11.5257	11.5257	11.0257	0.00000	0.00000	22.05147	22.05147	0.00000	0.8470
3-jun-94	0.50	10.8855	10.8855	10.3855	0.00000	0.00000	20.77108	20.77108	0.00000	0.8025
10-jun-94	0.50	9.3472	9.3472	8.8472	8.8472	0.00000	17.69430	17.69430	0.00000	0.6913
PROMEDIO				-1.9818	-1.1157	0.08661	-1.10587	-1.07949	0.02638	

Coefficientes de Correlación

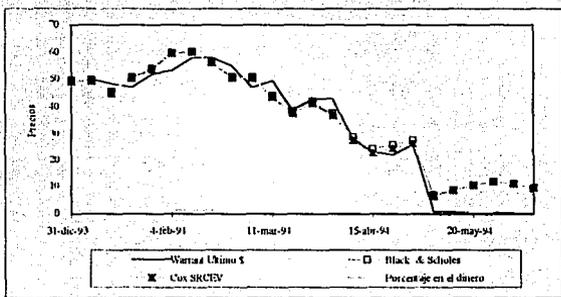
B&S vs M	Sreev vs M	PED vs M
0.98442755	0.98183817	0.750191941
B&S vs PED	Sreev vs PED	B&S vs Sreev
0.828020199	0.840723617	0.999701435

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F	F _{crit,α,2}
Columna 1	24	100.7564144	4.198183931	11.38722856	0.954114718	2.014424183
Columna 2	24	98.67767759	4.111569899	11.93486312		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de los cuadrados	F	F _{crit,α,2}
Entre grupos	0.090023886	1	0.090023886	0.007729053	4.051742053
Dentro de los gru	536.4081087	46	11.66104584		
Total	536.4981326	47			



FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

Estadísticas de la regresión		Media de Volat. Futura (Y)	
Coefficiente de correlación múltiple	0.497560045	Durbin-Watson	0.71801
Coefficiente de determinación R ²	0.247565999	Coefficiente de Variación	0.43885
R ² ajustado	0.213364453	Var-Cov de B1_B2	31.71697
Error típico	0.22772985	Var B1	-0.01699
Observaciones	24	Var B2	0.00918
			0.04110

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.37539215	0.37539215	7.23844479	0.013362166
Residuos	22	1.140839462	0.051860885		
Total	23	1.516331611			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.943490261	0.095837828	9.844653991	1.6038E-09	0.744734556	1.142245965
HISTÓRICA	-0.545411512	0.202722367	-2.690435798	0.01336217	-0.96583242	-0.124990605

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T _{α,n-2}	F _{α,2,n-2}
Intercepción (α ₀ =0)	0.943490261	0.095837828	9.844653991	1.71714419	2.073875294
HISTÓRICA (α ₁ =1)	-0.545411512	0.202722367	-7.623290602		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	(e(t)-e(t-1)) ²	e(t) ²
1	0.335134066	-0.176298703		0.031081233
2	0.338785537	-0.166936628	8.7648E-05	0.027867838
3	0.314013921	-0.128151692	0.00150427	0.016422856
4	0.310623331	-0.109771327	0.00033784	0.012049744
5	0.52832047	-0.122542106	0.00016309	0.015016568
6	0.831665248	-0.114641003	6.2427E-05	0.01314256
7	0.832873148	-0.113065393	2.4825E-06	0.012783783
8	0.816528906	-0.079109638	0.00115299	0.006258335
9	0.798821441	-0.038718102	0.00163148	0.001499091
10	0.798014138	-0.014182385	0.000602	0.00020114
11	0.777002587	0.031941693	0.00212743	0.001020272
12	0.765990181	0.070224005	0.00146554	0.004931141
13	0.767715221	0.099313799	0.00084622	0.000863231
14	0.760295966	0.129042677	0.00088381	0.016852012
15	0.729817179	0.201896392	0.00530766	0.040762153
16	0.724174774	0.23264896	0.00094572	0.054125539
17	0.720031015	0.287315086	0.00298839	0.082549959
18	0.71838166	0.351724872	0.00414859	0.123710245
19	0.537552129	0.601396704	0.06233812	0.361877996
20	0.516231876	0.004965277	0.35573045	2.4654E-05
21	0.507983667	-0.40079556	0.00202904	0.001606371
22	0.501588569	-0.154162501	0.01301492	0.023766077
23	0.501523107	-0.359600735	0.04220487	0.129312689
24	0.501085371	-0.393209495	0.00112955	0.154613707

FUTURA vs. IMPLÍCITA

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.662282591
Coefficiente de determinación R ²	0.43861823
R ² ajustado	0.413100877
Error típico	0.196704777
Observaciones	24

Media de Volat. Futura (Y)	0.71801
Durbin-Watson	1.15702
Coefficiente de Variación	27.39596
Var-Cov de B1_B2	-0.00959
Var B1	0.00992
Var B2	0.01108

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.665090688	0.665090688	17.1890175	0.000422428
Residuos	22	0.851240924	0.038692769		
Total	23	1.516331611			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.340143254	0.099592657	3.415344689	0.00247882	0.133600502	0.546686005
IMPLÍCITA	0.436455046	0.105272271	-4.145964	0.00042243	0.218133484	0.654776608

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T α, n-2	T α/2, n-2
Intercepción (β ₀ =0)	0.340143254	0.099592657	3.415344689	1.71714419	2.073975294
IMPLÍCITA (β ₁ =1)	0.436455046	0.105272271	-5.353213615		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	(e(t)-e(t-1)) ²	e(t) ²
1	0.597715268	0.061120094		0.003735666
2	0.651406674	0.020442285	0.00165468	0.000417887
3	0.818432497	-0.132570268	0.02341284	0.017574876
4	0.655178029	0.045674025	0.03177103	0.002086117
5	0.659126972	0.046648391	9.4939E-07	0.002176072
6	0.675698786	0.041325459	2.8334E-05	0.001707794
7	0.679503921	0.040303833	1.0437E-06	0.001624399
8	0.826951372	-0.089532103	0.01685737	0.008015998
9	0.977019446	-0.216916107	0.01622668	0.047052597
10	0.689381235	0.094450519	0.09694918	0.0089209
11	1.053561219	-0.244618933	0.11496674	0.059837446
12	0.745089153	0.091125034	0.11272267	0.008303772
13	0.817847543	0.049181477	0.00175926	0.002418818
14	1.11566104	-0.228322397	0.07590238	0.051221827
15	0.756141071	0.1755725	0.16151951	0.030825703
16	0.745800432	0.211023302	0.00125676	0.044530834
17	0.774302391	0.23304371	0.0004849	0.054309371
18	0.787779116	0.280327215	0.00223573	0.078583348
19	0.688832656	0.450116177	0.02882829	0.202604573
20	0.589886196	-0.068689243	0.26915906	0.004718212
21	0.555861233	-0.087951722	0.00037125	0.007736455
22	0.511984837	-0.16455877	0.00586781	0.027079589
23	0.456562525	-0.314640153	0.02252442	0.098998426
24	0.402426798	-0.294550921	0.00040358	0.086760245

Clave: **CMX408A**
 Serie: **EC302**
 Bien de Referencia: **Cemex * B**
 Fecha de Vencimiento: **12-ago-94**

Fecha	Precio del Bien Suby.	Warrant Ultimo \$	Precio de Ejercicio	Black & Scholes	Cox SRCEI	Ri	Anual		Anual		Anual		
							Varianza HISTORICA	Volat.	Varianza FUTURA	Volat.	Varianza IMPLICITA	Volat.	
31-dic-93	92.60	40.00	55.6	42.537	40.305	16	0.0054	0.0395	0.1987	0.4154	0.6445	0.4352	0.6597
7-ene-94	92.90	41.50	55.6	42.720	40.492	17	0.0032	0.0369	0.1920	0.4286	0.6547	0.5266	0.7256
14-ene-94	88.60	36.85	55.6	38.802	36.184	18	-0.0474	0.0564	0.2374	0.4427	0.6654	0.4291	0.6550
21-ene-94	94.00	39.00	55.6	43.599	41.460	19	0.0592	0.0593	0.2436	0.4549	0.6744	0.2281	0.4777
28-ene-94	97.30	43.50	55.6	46.601	44.766	20	0.0345	0.0446	0.2112	0.4632	0.6806	0.3039	0.5513
4-feb-94	103.50	47.00	55.6	52.253	50.794	21	0.0618	0.0420	0.2050	0.4769	0.6905	0.3048	0.5521
11-feb-94	104.10	48.50	55.6	52.601	51.208	22	0.0058	0.0411	0.2028	0.4849	0.6963	0.3463	0.5885
18-feb-94	100.30	47.00	55.6	48.803	47.161	23	-0.0372	0.0542	0.2328	0.5036	0.7097	0.5034	0.7095
25-feb-94	94.70	41.50	55.6	43.545	41.512	24	-0.0575	0.0704	0.2652	0.5232	0.7233	0.4663	0.6829
4-mar-94	94.50	40.70	55.6	43.351	41.337	25	-0.0021	0.0711	0.2667	0.5409	0.7354	0.3747	0.6121
11-mar-94	88.00	36.00	55.6	37.412	34.813	26	-0.0713	0.0932	0.3053	0.5653	0.7519	0.5535	0.7440
18-mar-94	82.20	31.00	55.6	32.228	29.043	27	-0.0682	0.1059	0.3254	0.5823	0.7631	0.5718	0.7562
25-mar-94	86.00	35.00	55.6	35.341	32.616	28	0.0452	0.1039	0.3223	0.6011	0.7753	0.7284	0.8535
1-abr-94	81.40	35.00	55.6	31.284	28.061	29	-0.0550	0.1128	0.3359	0.6259	0.7911	1.2358	1.1117
8-abr-94	72.00	25.00	55.6	23.470	18.861	30	-0.1227	0.1535	0.3918	0.6534	0.8083	0.8794	0.9377
15-abr-94	67.00	16.00	55.6	19.270	13.973	31	-0.0720	0.1617	0.4021	0.6460	0.8037	0.8829	0.9396
22-abr-94	68.80	12.00	55.6	20.596	15.858	32	0.0265	0.1679	0.4097	0.6669	0.8167	0.6916	0.8317
29-abr-94	71.00	18.00	55.6	22.138	17.738	33	0.0315	0.1734	0.4164	0.7101	0.8427	0.5237	0.7237
6-may-94	19.50	18.00	16.474	5.368	3.758	34	-0.3607	0.5540	0.7443	0.7583	0.8708	0.4692	0.6850
13-may-94	21.70	15.00	16.474	6.111	5.892	35	0.1069	0.6137	0.7834	0.2445	0.4944	0.1362	0.3691
20-may-94	23.75	28.25	16.474	7.972	7.892	36	0.0903	0.6376	0.7985	0.2378	0.4876	0.3344	0.5782
27-may-94	24.90	30.00	16.474	9.003	8.963	37	0.0473	0.6565	0.8102	0.2375	0.4874	0.2499	0.4999
3-jun-94	24.30	30.00	16.474	8.362	8.309	38	-0.0244	0.6566	0.8103	0.2569	0.5069	0.2883	0.5370
10-jun-94	22.80	23.80	16.474	6.862	6.766	39	-0.0637	0.6579	0.8111	0.2746	0.5240	0.3381	0.5815
17-jun-94	21.85	23.80	16.474	5.877	5.775	40	-0.0426	0.6544	0.8089	0.2570	0.5069	0.2388	0.4887
24-jun-94	21.00	21.00	16.474	4.993	4.877	41	-0.0397	0.6495	0.8059	0.2491	0.4991	0.2197	0.4688
1-jul-94	22.40	21.00	16.474	6.247	6.220	42	0.0645	0.6763	0.8223	0.2283	0.4778	0.2422	0.4921
8-jul-94	23.10	21.00	16.474	6.896	6.878	43	0.0308	0.6695	0.8182	0.2718	0.5213	0.2803	0.5294
15-jul-94	22.85	21.00	16.474	6.603	6.581	44	-0.0109	0.6666	0.8165	0.3347	0.5785	0.3506	0.5921
22-jul-94	23.60	18.20	16.474	7.292	7.287	45	0.0323	0.6346	0.7966	0.3599	0.5999	0.3812	0.6174
29-jul-94	26.10	32.90	16.474	9.732	9.732	46	0.1007	0.6614	0.8132	0.4954	0.7039	0.4553	0.6748
5-ago-94	30.80	44.00	55.6	14.379	14.379	47	0.1656	0.7566	0.8698	0.9574	0.9785	0.5361	0.7322

Fecha	Warrant Ultimo 5	Black & Scholtes	Cov SRCEL'	[W _{BS} -W _M]	[W _{SRCEL} -W _M]	Diferencia	[W _{BS} -W _M] W _M	[W _{SRCEL} -W _M] W _M	Diferencia	Porcentaje en el dinero	
31-dic-93	40.00	42.5372	40.3046	2.5372	0.3046	2.23264	0.06143	0.00761	0.05582	0.6655	
7-ene-94	41.50	42.7200	40.4923	1.2200	1.0077	0.21221	0.02940	0.02428	0.00511	0.6709	
14-ene-94	36.85	38.8017	36.1836	1.9517	0.6664	1.28532	0.05296	0.01808	0.03488	0.5935	
21-ene-94	39.00	41.5987	41.4605	4.5987	2.4605	2.13820	0.11702	0.06309	0.05483	0.6996	
28-ene-94	43.50	46.6014	44.7661	1.1014	1.2661	1.83526	0.07130	0.02911	0.04219	0.7500	
4-feb-94	47.00	52.2526	50.7943	5.2526	3.7943	1.45830	0.11176	0.08073	0.03103	0.8615	
11-feb-94	48.50	52.6007	51.2083	4.1007	2.7083	1.39241	0.08455	0.05584	0.02871	0.8723	
18-feb-94	47.00	48.8030	47.1613	1.8030	0.1613	1.64166	0.03836	0.00343	0.03493	0.8040	
25-feb-94	41.50	43.5454	41.5123	2.0454	0.0123	2.03303	0.04929	0.00030	0.04899	0.7032	
4-mar-94	40.70	43.3508	41.3374	2.6508	0.6374	2.01342	0.06513	0.01566	0.04947	0.6996	
11-mar-94	36.00	37.4117	34.8334	1.4117	1.1866	0.22515	0.03922	0.03296	0.00625	0.5827	
18-mar-94	31.00	32.2281	29.0427	1.2281	1.9573	-0.72921	0.03962	0.06314	-0.02352	0.4784	
25-mar-94	35.00	35.3408	32.6163	0.3408	2.3837	-2.04286	0.00974	0.06811	-0.05837	0.5468	
1-abr-94	35.00	31.2838	28.0613	3.7162	6.9387	-3.22243	0.10618	0.19825	-0.09207	0.4640	
8-abr-94	25.00	23.4702	18.8608	1.5298	6.1392	-4.60947	0.06119	0.24557	-0.18438	0.2950	
15-abr-94	16.00	19.2700	13.9727	3.2700	2.0273	1.24269	0.20438	0.12671	0.07767	0.2050	
22-abr-94	12.00	20.5964	15.8575	8.5964	3.8575	4.73892	0.71637	0.32146	0.39491	0.2374	
29-abr-94	18.00	22.1377	17.7376	4.1377	0.2624	3.87524	0.22987	0.01458	0.21529	0.2770	
6-may-94	18.00	5.3684	3.7578	1.7578	12.6316	14.2422	-1.61056	0.70176	0.79123	-0.08948	0.1837
13-may-94	15.00	6.1109	5.8919	0.8891	9.1081	-0.21899	0.59261	0.60721	-0.01460	0.3172	
20-may-94	28.25	7.9717	7.8918	20.2783	20.3582	-0.07983	0.71782	0.72064	-0.00283	0.4117	
27-may-94	30.00	9.0027	8.9627	20.9973	21.0373	-0.03995	0.69991	0.70124	-0.00133	0.5115	
3-jun-94	30.00	8.4615	8.3094	21.6485	21.6986	-0.05212	0.72128	0.72302	-0.00174	0.4751	
10-jun-94	23.80	6.8621	6.7660	16.9379	17.0340	-0.09607	0.71168	0.71571	-0.00404	0.3840	
17-jun-94	23.80	5.8768	5.7750	17.9232	18.0250	-0.10185	0.75307	0.75735	-0.00428	0.3263	
24-jun-94	21.00	4.9927	4.8765	16.0073	16.1235	-0.11616	0.76255	0.76778	-0.00523	0.2747	
1-jul-94	21.00	6.2472	6.2195	14.7528	14.7805	-0.02766	0.70252	0.70383	-0.00132	0.3597	
8-jul-94	21.00	6.8957	6.8783	14.1043	14.1217	-0.01734	0.67163	0.67246	-0.00083	0.4022	
15-jul-94	21.00	6.6026	6.5814	14.3974	14.4186	-0.02124	0.68559	0.68660	-0.00101	0.3870	
22-jul-94	18.20	7.2923	7.2867	10.9077	10.9133	-0.00565	0.59932	0.59963	-0.00031	0.4326	
29-jul-94	32.90	9.7324	9.7319	23.1676	23.1681	-0.00042	0.70418	0.70420	-0.00001	0.5843	
5-ago-94	44.00	14.3789	14.3789	29.6211	29.6211	0.00000	0.67321	0.67321	0.00000	-0.4460	
PROMEDIO				9.24208	8.82543	0.41665	0.36836	0.34978	0.01858		

Coefficientes de Correlación

B&S vs M	Sreev vs M	PEID vs M
0.7993654	0.835750243	0.554650004

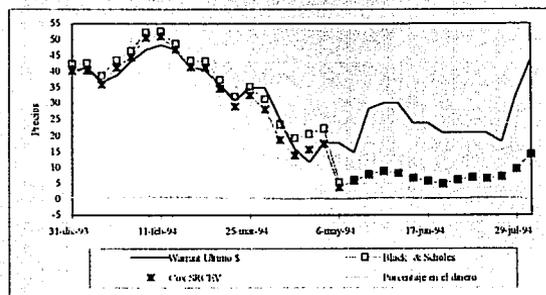
B&S vs PEID	Sreev vs PEID	B&S vs Sreev
0.68283807	0.706843791	0.99621142

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F	F _(α,1,2)
Columna 1	32	295.7464128	9.242075399	66.76739618	0.8099070947	1.822133555
Columna 2	32	282.4137427	8.825429459	74.26265601		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de los cuadrados	F	F _(α,1,2)
Entre grupos	2.77750143	1	2.777501429	0.039388788	3.995893394
Dentro de los gru	4371.93161	62	70.51502624		
Total	4374.70913	63			



FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

Estadísticas de la regresión		Media de Volat. Futura (Y)	
Coefficiente de correlación múltiple	0.462149341	Durbin-Watson	0.58131
Coefficiente de determinación R ²	0.213582014	Coefficiente de Variación	17.90717
R ² ajustado	0.187368081	Var-Cov de B1_B2	-0.00330
Error típico	0.120116966	Var B1	0.00215
Observaciones	32	Var B2	0.00641

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.117555025	0.117555025	8.147652429	0.007745943
Residuos	30	0.432842563	0.014428085		
Total	31	0.550397589			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.788393371	0.046354903	17.00776657	5.94783E-17	0.693724127	0.883062615
HISTORICA	-0.228472228	0.08004186	-2.854409296	0.007745943	-0.391939345	-0.065005111

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T _{α, n-2}	T _{α/2, n-2}
Intercepción (α=0)	0.788393371	0.046354903	17.00776657	1.697260359	2.042270353
HISTORICA (α=1)	-0.228472228	0.08004186	-15.34787216		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	(e(t)-e(t-1)) ²	e(t) ²
1	0.743003091	-0.098496522		0.009701565
2	0.744532709	-0.089878381	7.42727E-05	0.00807812
3	0.734155888	-0.063797482	0.000444403	0.004733094
4	0.732735595	-0.058305645	0.000110079	0.003399548
5	0.740148884	-0.059575586	1.61275E-06	0.00354925
6	0.741550007	-0.051002714	7.34941E-05	0.002601277
7	0.742055995	-0.045722436	2.78813E-05	0.002090541
8	0.735209412	-0.025532574	0.000407618	0.000651928
9	0.727791776	-0.004466798	0.00044378	1.99523E-05
10	0.727453598	0.007984173	0.000155027	6.3747E-05
11	0.718651985	0.033235025	0.000637606	0.001104567
12	0.714038801	0.049074835	0.0002509	0.002408339
13	0.714761418	0.060556829	0.00013187	0.003667306
14	0.711655301	0.079489112	0.000358376	0.006318519
15	0.698885974	0.108451801	0.000897763	0.011979697
16	0.696522377	0.107198581	5.077E-06	0.011481536
17	0.694786561	0.121875826	0.000215422	0.014853717
18	0.693257851	0.149400647	0.000757616	0.02320553
19	0.618346375	0.2524527	0.010619726	0.063732366
20	0.609415263	-0.114975453	0.135003448	0.013219355
21	0.605960182	-0.118314777	1.11511E-05	0.013998386
22	0.603281283	-0.115899251	5.83477E-06	0.013428236
23	0.603253861	-0.096395124	0.000380411	0.00929202
24	0.603070494	-0.079053092	0.000300746	0.006249391
25	0.603572069	-0.096622341	0.000306679	0.009335877
26	0.604269211	-0.105157383	7.28489E-05	0.011058075
27	0.600510214	-0.122660224	0.000306349	0.01504553
28	0.601450534	-0.080135356	0.001808364	0.006421675
29	0.601856397	-0.023320673	0.003227908	0.000543854
30	0.60638747	-0.006508923	0.000282635	4.23661E-05
31	0.602590369	0.101281525	0.011618781	0.010257947
32	0.589666435	0.368818502	0.082677513	0.151179827

FUTURA vs. IMPLICITA

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.720875785
Coefficiente de determinación R ²	0.519681898
R ² ajustado	0.503650627
Error típico	0.09387526
Observaciones	32

Media de Volat. Futura (Y)	0.67078
Durbin-Watson	0.77632
Coefficiente de Variación	13.99503
Var-Cov de B1_B2	-0.00741
Var B1	0.00513
Var B2	0.01131

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.286020655	0.286020655	32.45600723	3.26072E-06
Residuos	30	0.264376933	0.008812564		
Total	31	0.550397589			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.273928686	0.071608198	3.825381624	0.000615585	0.127685386	0.420171987
IMPLICITA	0.605915852	0.106356679	5.697017398	3.26072E-06	0.388706759	0.823124945

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T α , n-2	T α , n-2
Intercepción (H ₀ =0)	0.273928686	0.071608198	3.825381624	1.697260359	2.042270353
IMPLICITA (H ₁ =1)	0.605915852	0.106356679	-3.705307		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	$e(t)-e(t-1)^2$	$e(t)^2$
1	0.673651971	-0.029145403	0.000888668	0.000849454
2	0.713610279	-0.058955931	0.003475802	0.003475802
3	0.670823307	-0.005464902	0.00286129	2.98652E-05
4	0.563344692	0.111085258	0.01358394	0.012339934
5	0.807972479	0.072600818	0.001481052	0.005270879
6	0.608466746	0.032080547	8.98653E-05	0.006737216
7	0.63051668	0.065816873	0.000264507	0.004331861
8	0.703811187	0.00586535	0.003594186	3.44023E-05
9	0.68769289	0.035632088	0.000886059	0.001269646
10	0.644804114	0.090633657	0.003025173	0.00821446
11	0.724706643	0.027180266	0.004026333	0.000738767
12	0.732115884	0.030997752	1.45732E-05	0.000960861
13	0.791048359	-0.015728651	0.002183357	0.00024739
14	0.947507562	-0.156364949	0.019778568	0.024449997
15	0.842119809	-0.033782034	0.015026571	0.001141226
16	0.84327513	-0.039554173	3.33176E-05	0.001564533
17	0.777840819	0.038821567	0.006142757	0.001507114
18	0.712406508	0.130251989	0.008359522	0.016965581
19	0.688957598	0.181841478	0.002661475	0.033068323
20	0.497550236	-0.003110427	0.034207207	9.67476E-06
21	0.624296791	-0.136651386	0.017833188	0.018673601
22	0.576842501	-0.089460469	0.002226983	0.008003176
23	0.599283692	-0.092424956	8.73818E-06	0.008542372
24	0.626266658	-0.102249256	9.65169E-05	0.01045491
25	0.570050745	-0.063101017	0.001532585	0.003981738
26	0.557962716	-0.058850888	1.80636E-05	0.003463427
27	0.572102768	-0.094252778	0.001253294	0.008883586
28	0.594694893	-0.073379714	0.000435685	0.005384582
29	0.632717467	-0.054181744	0.000368562	0.002935661
30	0.648036531	-0.048157984	3.62857E-05	0.002319191
31	0.682794784	0.02107711	0.004793498	0.000444245
32	0.717553037	0.260931899	0.05753032	0.068085456

Clave: DSC 501A
 Serie: FC 01
 Item de Referencia: Dico II
 Fecha de Vencimiento: 12-ene-95

Fecha	Presc'dd Buen Subs.	Variant Futuro 5	Presc'dd Ijercicm	Black & Shades	Cvx SIBCEI	Rt	Anual		Anual		Anual		
							Varianza HISTORICA	Vald.	Varianza FUTURA	Vald.	Varianza IMPLICITA	Vald.	
31-dic-93	22.10	7.00	13.95	10.624	9.468	16	0.0598	0.1078	0.3283	0.3181	0.5623	0.2173	0.1661
7-ene-94	25.10	7.00	13.95	13.355	12.813	17	-0.1257	0.1038	0.3222	0.3184	0.5642	0.1175	0.3127
14-ene-94	22.10	7.00	13.95	10.517	9.818	18	-0.1257	0.2047	0.4525	0.3077	0.5518	0.2237	0.4729
21-ene-94	24.50	7.00	13.95	12.260	11.866	19	0.0896	0.1875	0.4330	0.2986	0.5465	0.1157	0.3817
28-ene-94	21.35	13.00	13.95	12.212	11.737	20	-0.0081	0.1933	0.4396	0.2956	0.5437	0.5668	0.7529
4-feb-94	25.70	13.00	13.95	13.434	13.033	21	0.0510	0.1486	0.4343	0.3016	0.5492	0.2936	0.5118
11-feb-94	25.10	13.00	13.95	13.102	12.686	22	-0.0117	0.1903	0.4362	0.3011	0.5513	0.3711	0.6092
18-feb-94	27.00	13.00	13.95	14.564	14.224	23	0.0611	0.1872	0.4327	0.3106	0.5573	0.3495	0.5912
25-feb-94	26.30	12.00	13.95	13.886	13.522	24	-0.0263	0.2022	0.4197	0.3122	0.5588	0.3498	0.4998
4-mar-94	26.30	13.00	13.95	13.890	13.529	25	0.0000	0.1952	0.4419	0.3187	0.5645	0.3005	0.5482
11-mar-94	25.70	13.00	13.95	13.319	12.925	26	-0.0231	0.1958	0.4124	0.3259	0.5709	0.3136	0.5600
18-mar-94	21.50	13.00	13.95	9.402	8.672	27	-0.1784	0.3351	0.5789	0.3341	0.5772	1.2225	1.1192
25-mar-94	23.00	13.00	13.95	11.355	11.111	28	0.1100	0.3705	0.6087	0.3058	0.5509	0.4024	0.3993
1-abr-94	24.20	13.00	13.95	11.891	11.543	29	0.0124	0.3705	0.6087	0.2935	0.5427	0.7526	0.8675
8-abr-94	24.00	13.00	13.95	11.704	11.355	30	-0.0124	0.3566	0.5921	0.3015	0.5391	0.8566	0.9255
15-abr-94	20.70	13.00	13.95	8.686	8.086	31	-0.1479	0.4211	0.6489	0.3092	0.5560	1.3245	1.1509
22-abr-94	18.90	13.00	13.95	7.128	6.415	32	-0.0910	0.3731	0.6108	0.2887	0.5373	1.1414	1.0698
29-abr-94	21.00	13.00	13.95	8.880	8.425	33	0.1051	0.3763	0.6134	0.2819	0.5338	1.4453	1.2922
6-may-94	20.75	13.00	13.95	8.641	8.217	34	-0.0120	0.3412	0.5811	0.2766	0.5260	1.4601	1.2085
13-may-94	22.70	13.00	13.95	10.424	10.129	35	0.0398	0.3766	0.6137	0.2841	0.5333	1.5900	1.2610
20-may-94	26.35	13.00	13.95	13.858	13.726	36	0.1191	0.4194	0.6701	0.2796	0.5288	0.2868	0.5356
27-may-94	25.95	13.00	13.95	13.346	13.213	37	-0.0153	0.4198	0.6707	0.2899	0.4999	0.2511	0.5011
3-jun-94	24.45	13.00	13.95	12.083	11.954	38	-0.0395	0.4168	0.6684	0.2577	0.5076	0.7907	0.8892
10-jun-94	22.75	13.00	13.95	10.395	10.206	39	-0.0721	0.4608	0.6788	0.2615	0.5114	1.7555	1.3250
17-jun-94	21.90	13.00	13.95	9.310	9.100	40	-0.0381	0.4631	0.6805	0.2626	0.5125	1.9327	1.3902
24-jun-94	22.00	13.00	13.95	9.630	9.419	41	0.0046	0.4635	0.6808	0.2696	0.5193	2.0095	1.4176
1-jul-94	21.90	13.00	13.95	9.499	9.278	42	-0.0046	0.4512	0.5926	0.2791	0.5283	2.0523	1.4326
8-jul-94	21.20	13.00	13.95	8.818	8.587	43	-0.0325	0.4004	0.5536	0.2895	0.5380	2.0058	1.4163
15-jul-94	20.00	13.00	13.95	7.745	7.401	44	-0.0783	0.3129	0.5591	0.2989	0.5467	1.8545	1.3618
22-jul-94	19.00	13.00	13.95	6.798	6.372	45	-0.0513	0.3180	0.5639	0.3013	0.5516	1.7040	1.3051
29-jul-94	20.90	13.00	13.95	8.412	8.170	46	0.0953	0.2839	0.5329	0.3112	0.5579	2.1544	1.4678
5-ago-94	21.30	13.00	13.95	11.311	11.188	47	0.1507	0.3220	0.5674	0.3039	0.5512	1.5170	1.2316
12-ago-94	23.00	13.00	13.95	9.935	9.826	48	-0.0580	0.3055	0.5528	0.2596	0.5095	2.5796	1.6061
19-ago-94	24.15	11.20	13.95	15.218	15.197	49	0.2127	0.4501	0.6711	0.2666	0.5163	0.2630	0.5129
26-ago-94	27.00	11.20	13.95	17.689	17.691	50	-0.0123	0.4476	0.6682	0.1480	0.3818	0.6097	0.2641
2-sep-94	26.00	11.20	13.95	12.682	12.639	51	-0.0377	0.4379	0.6417	0.1524	0.3904	0.4184	0.4787
9-sep-94	28.10	11.20	13.95	14.772	14.771	52	0.0777	0.3979	0.6308	0.1595	0.3993	0.1798	0.4241
16-sep-94	29.80	11.20	13.95	16.450	16.450	53	0.0587	0.3894	0.6210	0.1411	0.3757	0.1351	0.3675
23-sep-94	28.90	11.20	13.95	15.492	15.492	54	-0.0307	0.3692	0.6076	0.1285	0.3585	0.0949	0.3081
30-sep-94	26.95	11.20	13.95	13.482	13.482	55	-0.0699	0.3854	0.6208	0.1370	0.3701	0.1079	0.3284
7-oct-94	26.60	11.20	13.95	13.120	13.120	56	-0.0131	0.3877	0.6227	0.1386	0.3723	0.0932	0.3053
14-oct-94	28.95	11.20	13.95	15.411	15.411	57	0.0847	0.4039	0.6355	0.1490	0.3859	0.092	0.3305
21-oct-94	28.00	11.20	13.95	14.468	14.468	58	-0.0341	0.4042	0.6358	0.1083	0.3291	0.2899	0.3381
28-oct-94	26.00	11.20	13.95	12.439	12.439	59	-0.0741	0.4141	0.6435	0.1181	0.3457	0.1527	0.3908
4-nov-94	25.60	11.20	13.95	12.008	12.008	60	-0.0155	0.4003	0.6327	0.1188	0.3447	0.1393	0.3732
11-nov-94	25.15	11.20	13.95	11.516	11.516	61	-0.0177	0.3812	0.6174	0.1314	0.3624	0.2077	0.4557
18-nov-94	25.30	11.20	13.95	11.637	11.637	62	0.0059	0.4051	0.6523	0.1472	0.3836	0.1589	0.3987
25-nov-94	25.00	11.20	13.95	11.206	11.206	63	-0.0119	0.2931	0.5413	0.1586	0.3982	0.1392	0.3731
2-dic-94	26.20	11.20	13.95	12.469	12.469	64	0.0469	0.4333	0.6551	0.1810	0.4254	0.1649	0.4060
9-dic-94	26.50	11.20	13.95	12.731	12.731	65	0.0114	0.4252	0.6538	0.1357	0.3684	0.1555	0.3944
16-dic-94	24.90	11.20	13.95	11.087	11.087	66	-0.0623	0.4339	0.6660	0.1133	0.3366	0.1536	0.3920
23-dic-94	24.50	11.20	13.95	10.669	10.669	67	-0.0162	0.4083	0.6291	0.1510	0.3886	0.1987	0.4458
30-dic-94	24.00	10.20	13.95	10.194	10.194	68	-0.0206	0.0901	0.3002	0.1589	0.3987	0.2883	0.3569
6-ene-95	21.05	10.20	13.95	7.176	7.176	69	-0.1312	0.1373	0.3705	0.0867	0.2944	0.4458	0.6448

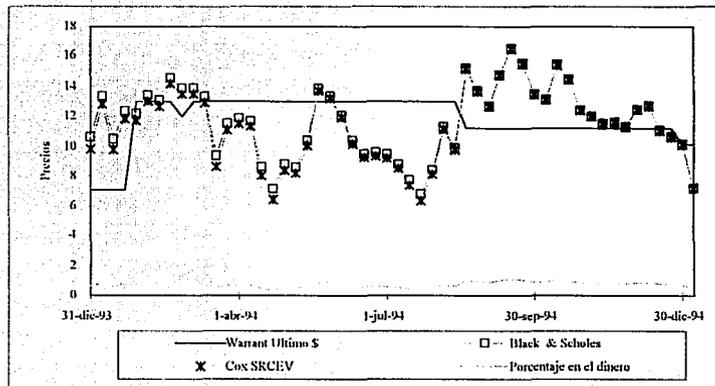
FALLA DE ORIGEN

Fecha	Warrant Ultimo \$	Black & Scholes	Cov SRCE1'	W _{BS} -W _W	W _{ARCEX} -W _W	Diferencias	W _{BS} -W _W W _W	W _{ARCEX} -W _W W _W	Diferencias	Porcentaje en el dinero
31-dic-93	7.06	10.6241	9.8679	3.5641	2.8079	0.75623	0.50483	0.39772	0.10711	0.6057
7-ene-94	7.06	13.3552	12.8430	6.2952	5.7830	0.51224	0.89168	0.81912	0.07256	0.8208
14-ene-94	7.06	10.5166	9.8181	3.4566	2.7581	0.69857	0.48961	0.39066	0.09895	0.6057
21-ene-94	7.06	12.3598	11.8659	5.2998	4.8059	0.49385	0.75067	0.68072	0.06995	0.7563
28-ene-94	13.00	12.2121	11.7374	0.7879	1.2626	-0.47475	0.06061	0.09713	-0.03652	0.7455
4-feb-94	13.00	13.4344	13.0334	0.4344	0.0334	0.40106	0.01342	0.00257	0.03085	0.8423
11-feb-94	13.00	13.1017	12.6862	0.1017	0.3138	-0.21215	0.00782	0.02414	-0.01632	0.8208
18-feb-94	13.00	14.5643	14.2236	1.5643	1.2236	0.34063	0.12033	0.09413	0.02620	0.9355
25-feb-94	12.00	13.8856	13.5223	1.8856	1.5223	0.36335	0.15714	0.12686	0.03028	0.8853
4-mar-94	13.00	13.8903	13.5288	0.8903	0.5288	0.36148	0.06848	0.04068	0.02781	0.8853
11-mar-94	13.00	13.3189	12.9253	0.3189	0.0747	0.24417	0.02453	0.00575	0.01878	0.8423
18-mar-94	13.00	9.4020	8.6722	3.5980	-4.3278	-0.72972	0.27677	0.33290	-0.05613	0.5412
25-mar-94	13.00	11.5351	11.1109	1.4649	1.8891	-0.42420	0.11268	0.14531	-0.03263	0.7204
1-abr-94	13.00	11.8908	11.5430	1.1092	1.4570	-0.34774	0.08532	0.11207	-0.02675	0.7419
8-abr-94	13.00	11.7035	11.3547	1.2965	1.6453	-0.34881	0.09973	0.12656	-0.02683	0.7204
15-abr-94	13.00	8.6860	8.0860	4.3140	-4.9140	-0.59995	0.33185	0.37800	-0.04615	0.4839
22-abr-94	13.00	7.1284	6.4446	5.8716	6.5554	-0.68378	0.45166	0.50426	-0.05260	0.3548
29-abr-94	13.00	8.8796	8.4247	4.1204	4.5753	-0.45491	0.31696	0.35195	-0.03499	0.5054
6-may-94	13.00	8.6443	8.2166	4.3557	4.7834	-0.42772	0.31505	0.36795	-0.03290	0.4875
13-may-94	13.00	10.4244	10.1293	2.5756	2.8707	-0.29515	0.19812	0.22083	-0.02270	0.6272
20-may-94	13.00	13.8584	13.7262	0.8584	0.0762	0.13219	0.06603	0.05586	0.01017	0.8889
27-may-94	13.00	13.3460	13.2433	0.3460	0.2433	0.10274	0.02662	0.01871	0.00790	0.8602
3-jun-94	13.00	12.0826	11.9536	0.9174	1.0164	-0.12900	0.07057	0.08049	-0.00992	0.7911
10-jun-94	13.00	10.3945	10.2064	2.6055	2.7936	-0.18813	0.20042	0.21489	-0.01447	0.6665
17-jun-94	13.00	9.5583	9.3402	3.4417	3.6598	-0.21808	0.26475	0.28152	-0.01678	0.6043
24-jun-94	13.00	9.6304	9.4186	3.6966	3.5814	-0.21185	0.25920	0.27550	-0.01630	0.6116
1-jul-94	13.00	9.4989	9.2777	3.5011	3.7223	-0.22122	0.26931	0.28633	-0.01702	0.6043
8-jul-94	13.00	8.8478	8.5875	4.1522	4.4125	-0.26036	0.33940	0.33943	-0.02003	0.5530
15-jul-94	13.00	7.7451	7.4039	5.2549	5.5961	-0.34118	0.40422	0.43047	-0.02624	0.4651
22-jul-94	13.00	6.7976	6.3716	6.2024	6.6284	-0.42600	0.47711	0.50988	-0.03277	0.3918
29-jul-94	13.00	8.4420	8.1702	4.5580	4.8298	-0.27175	0.35062	0.37152	-0.02090	0.5310
5-ago-94	13.00	11.3106	11.1881	1.6894	1.8117	-0.12235	0.12995	0.13936	-0.00941	0.7419
12-ago-94	13.00	9.9347	9.8263	3.0653	3.1737	-0.10844	0.23579	0.24413	-0.00834	0.6487
19-ago-94	11.20	15.2176	15.1966	4.0176	3.9966	0.02101	0.35872	0.35684	0.00188	1.0394
26-ago-94	11.20	13.6932	13.6913	2.4932	2.4913	0.00191	0.22261	0.22244	0.00017	0.9355
2-sep-94	11.20	12.6920	12.6891	1.4920	1.4891	0.00289	0.13321	0.13296	0.00026	0.8638
9-sep-94	11.20	14.7718	14.7709	3.5718	3.5709	0.00090	0.11891	0.11883	0.00008	1.0143
16-sep-94	11.20	16.4499	16.4498	5.2499	5.2498	0.00009	0.46874	0.46873	0.00001	1.1362
23-sep-94	11.20	15.4923	15.4922	4.2923	4.2922	0.00005	0.38324	0.38323	0.00000	1.0717
30-sep-94	11.20	13.4821	13.4819	2.2821	2.2819	0.00023	0.20376	0.20374	0.00002	0.9319
7-oct-94	11.20	13.1200	13.1198	1.9200	1.9198	0.00019	0.17143	0.17141	0.00002	0.9068
14-oct-94	11.20	15.4405	15.4405	4.2405	4.2405	0.00003	0.37862	0.37862	0.00000	1.0753
21-oct-94	11.20	14.4683	14.4683	3.2683	3.2683	0.00000	0.29182	0.29182	0.00000	1.0072
28-oct-94	11.20	12.4391	12.4391	1.2391	1.2391	0.00001	0.11064	0.11063	0.00000	0.8638
4-nov-94	11.20	12.0076	12.0076	0.8076	0.8076	0.00001	0.07211	0.07211	0.00000	0.8351
11-nov-94	11.20	11.5157	11.5156	0.3157	0.3156	0.00001	0.02818	0.02818	0.00000	0.8029
18-nov-94	11.20	11.6368	11.6368	0.4368	0.4368	0.00001	0.03900	0.03900	0.00000	0.8136
25-nov-94	11.20	11.3055	11.3055	0.1055	0.1055	0.00001	0.00942	0.00942	0.00000	0.7921
2-dic-94	11.20	12.4693	12.4693	1.2693	1.2693	0.00000	0.11333	0.11333	0.00000	0.8781
9-dic-94	11.20	12.7309	12.7309	1.5309	1.5309	0.00000	0.13669	0.13669	0.00000	0.8996
16-dic-94	11.20	11.0872	11.0872	0.1128	0.1128	0.00000	0.01008	0.01008	0.00000	0.7849
23-dic-94	11.20	10.6686	10.6686	0.5314	0.5314	0.00000	0.04745	0.04745	0.00000	0.7563
30-dic-94	10.20	10.1937	10.1917	0.0863	0.0863	0.00000	0.00062	0.00062	0.00000	0.7204
6-ene-95	10.20	7.1761	7.1761	3.0239	3.0239	0.00000	0.29646	0.29646	0.00000	0.5090
PROMEDIO				2.50877	2.56550	-0.05673	0.22567	0.22704	-0.00137	

Coefficientes de Correlación

B&S vs M Sreev vs M PED vs M
 -0.19792058 -0.18822217 -0.207838028

B&S vs PED Sreev vs PED B&S vs Sreev
 0.969967623 0.986238592 0.996171412



RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F'	F α ,d1,d2
Columna 1	54	135.4738071	2.508774205	3.225426901	0.91784388	1.577678432
Columna 2	54	138.537222	2.565504111	3.5141346		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de los cuadrados	F'	F α ,d1,d2
Entre grupos	0.086893622	1	0.086893622	0.025786135	3.930693993
Dentro de los grup	357.1967575	106	3.369780731		
Total	357.2836511	107			

FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.038496616
Coefficiente de determinación R ²	0.00148122
R ² ajustado	-0.017721065
Error típico	0.087381438
Observaciones	54

Medida de Volat. Futura (Y)	0.47814
Durbin-Watson	0.11514
Coefficiente de Varianción	18.27521
Var-Cov de B1_B2	-0.00611
Var B1	0.00348
Var B2	0.01121

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.000589896	0.000589896	0.077137676	0.782315767
Residuos	52	0.397046815	0.007635516		
Total	53	0.397635801			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.494180266	0.058958629	8.381814059	3.18823E-11	0.375871201	0.61248933
HISTÓRICA	-0.029410081	0.105891951	-0.277736703	0.782315767	-0.241897683	0.18307752

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T _{α, n-2}	T _{α/2, n-2}
Intercepción (u=0)	0.494180266	0.058958629	8.381814059	1.674688974	2.006645445
HISTÓRICA (α=1)	-0.029410081	0.105891951	-9.721325092		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	(e(t)-(t-1)) ²	e(t) ²
1	0.484525415	0.077741687		0.00604377
2	0.484705239	0.079538179	3.22738E-06	0.00632632
3	0.480873522	0.07387697	3.20493E-05	0.005457807
4	0.481445109	0.065023411	7.83855E-05	0.004228044
5	0.481251191	0.062423703	6.75848E-06	0.003896719
6	0.481407635	0.067784007	2.87329E-05	0.004594672
7	0.481350689	0.070131489	5.51067E-06	0.004918426
8	0.48145557	0.075823981	3.24045E-05	0.005749276
9	0.480955027	0.077795075	3.88521E-06	0.006052074
10	0.481185384	0.083345129	3.80031E-05	0.006946411
11	0.481187877	0.08569788	4.03574E-05	0.00804571
12	0.47715439	0.10001983	0.00106539	0.010003928
13	0.476279022	0.074811257	0.00064568	0.00556684
14	0.476278819	0.066432464	6.68927E-05	0.004413072
15	0.476766811	0.072323958	3.47097E-05	0.005230755
16	0.475094752	0.080928612	7.40401E-05	0.00654944
17	0.476216047	0.061069083	0.000394401	0.003729433
18	0.476140164	0.057637377	1.17766E-05	0.003322067
19	0.477002131	0.048969456	7.51328E-05	0.002398008
20	0.476131954	0.057155832	6.70187E-05	0.003266789
21	0.474463974	0.054309815	8.09982E-06	0.002949556
22	0.474455249	0.02547001	0.000831734	0.000648721
23	0.474521492	0.033084638	5.79826E-05	0.001094593
24	0.474216802	0.037135124	1.64064E-05	0.001379017
25	0.474167209	0.038293397	1.3416E-06	0.001466384
26	0.474158236	0.045099566	4.63239E-05	0.002033971
27	0.476751588	0.051571411	4.18848E-05	0.00265961
28	0.477899853	0.060117488	7.30354E-05	0.003614112
29	0.477729211	0.069003912	7.89685E-05	0.00478154
30	0.477596304	0.074011753	2.50785E-05	0.00547774
31	0.478509069	0.079359226	2.85955E-05	0.006297887
32	0.477492572	0.073754278	3.14154E-05	0.005439693
33	0.477923498	0.031566917	0.001779773	0.00099647
34	0.474443397	0.041861594	0.00010598	0.001752393
35	0.474500189	-0.089733348	0.017317229	0.008052074
36	0.476100872	-0.08586714	1.63718E-05	0.007342286
37	0.475628271	-0.076292521	8.82589E-05	0.005820549
38	0.475827005	-0.100151159	0.000569235	0.010030255
39	0.476311122	-0.11772913	0.000310526	0.013870459
40	0.475922008	-0.105798453	0.000143388	0.011193313
41	0.475867797	-0.103593127	4.86346E-06	0.010731536
42	0.475499495	-0.089543597	0.000197389	0.008018056
43	0.475481705	-0.146262657	0.003228406	0.021422027
44	0.475253932	-0.131576843	0.00021862	0.017312465
45	0.475573028	-0.130847867	5.31405E-07	0.017211164
46	0.476021074	-0.113590403	0.00029782	0.01290278
47	0.477936113	-0.094312116	0.000371852	0.006894775
48	0.47825931	-0.080012649	0.000204475	0.006402024
49	0.483442909	-0.058028067	0.000483322	0.003367257
50	0.483773785	-0.115385686	0.003298997	0.013313657
51	0.483416733	-0.146823996	0.000988367	0.021557266
52	0.484500987	-0.09590374	0.002592873	0.009197527
53	0.48535074	-0.086681891	8.50425E-05	0.007513175
54	0.483284335	-0.188870137	0.010442438	0.035671929

FUTURA vs. IMPLÍCITA

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.558356306
Coefficiente de determinación R ²	0.311761765
R ² ajustado	0.298526414
Error típico	0.072545498
Observaciones	54

Medida de Volat. Futura (Y)	0.47814
Durbin-Watson	0.31922
Coefficiente de Variación	15.17238
Var-Cov de B1_B2	-0.00044
Var B1	0.00042
Var B2	0.00060

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.123967639	0.123967639	23.55523266	1.14781E-05
Residuos	52	0.273668162	0.005262849		
Total	53	0.397635801			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.390521313	0.020576438	18.97905341	4.93328E-25	0.349231698	0.431810929
IMPLÍCITA	0.118406341	0.02439671	4.85337323	1.14781E-05	0.069450794	0.167361888

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T α, n-2	T α/2, n-2
Intercepción (β0=0)	0.390521313	0.020576438	18.97905341	1.674688974	2.006645445
IMPLÍCITA (β1=1)	0.118406341	0.02439671	-36.13576015		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	(e(t)-e(t-1)) ²	e(t) ²
1	0.445712534	0.116554579		0.01358497
2	0.431101804	0.133141814	0.00027513	0.017726689
3	0.446520832	0.108229659	0.000620605	0.011713659
4	0.435713903	0.110754617	6.37541E-06	0.012266585
5	0.479666679	0.064008216	0.002185226	0.004097052
6	0.454676564	0.094515079	0.000930669	0.0089331
7	0.462651988	0.08883019	3.2318E-05	0.007890803
8	0.460517812	0.09676174	6.29095E-05	0.009362834
9	0.449700543	0.109049559	0.00015099	0.011891806
10	0.455431113	0.1080994	2.4842E-09	0.011902679
11	0.45683246	0.114033296	2.4343E-05	0.013003593
12	0.520305856	0.054138163	0.003587427	0.002930941
13	0.501746177	0.049144103	2.49406E-05	0.002415143
14	0.493241058	0.049470225	1.06356E-07	0.002447303
15	0.500111385	0.048979384	2.40925E-07	0.00239898
16	0.526791653	0.02923171	0.000389971	0.000854493
17	0.517189213	0.020095917	8.34627E-05	0.000403846
18	0.532870209	0.000907332	0.000368202	8.23251E-07
19	0.533613454	-0.007641867	7.30888E-05	5.83981E-05
20	0.539825802	-0.006538016	1.21849E-06	4.27457E-05
21	0.453935199	0.07483859	0.006622152	0.005600815
22	0.449849602	0.050075657	0.000613203	0.002507571
23	0.495807409	0.011798721	0.001465124	0.00013921
24	0.54740422	-0.036052294	0.00228972	0.001299768
25	0.555131867	-0.042671261	4.38107E-05	0.001820837
26	0.55837232	-0.039114518	1.26504E-05	0.001529946
27	0.560147188	-0.031824189	5.31489E-05	0.001012779
28	0.558218738	-0.02198397	0.000135159	0.000407975
29	0.551776601	-0.005032888	0.00022993	2.533E-05
30	0.54508507	0.006522988	0.000133538	4.2549E-05
31	0.564316453	-0.006448158	0.000168251	4.15787E-05
32	0.536356111	0.014890739	0.000455349	0.000221734
33	0.580694932	-0.071204516	0.007412393	0.005070083
34	0.451246751	0.06505824	0.018567539	0.04232575
35	0.421780923	-0.037024082	0.0104208	0.001370783
36	0.435364089	-0.044950358	6.28259E-05	0.002020535
37	0.440735842	-0.041400092	1.26044E-05	0.001713968
38	0.434041331	-0.058365485	0.000287825	0.000340653
39	0.426997787	-0.06845948	0.000101899	0.00046867
40	0.429411402	-0.059287846	8.41189E-05	0.003515049
41	0.426668291	-0.054393621	2.39534E-05	0.002958666
42	0.429651409	-0.04370551	0.000114236	0.001910172
43	0.454273933	-0.125154885	0.006634001	0.015663745
44	0.436796083	-0.093118994	0.001026298	0.008671147
45	0.434710437	-0.089985276	9.82019E-06	0.00080735
46	0.444481663	-0.082050992	6.29529E-05	0.006732365
47	0.437724928	-0.05410093	0.000781206	0.002926911
48	0.434702598	-0.036455936	0.000311346	0.001329035
49	0.43859902	-0.013841878	0.000541575	0.000173823
50	0.437218638	-0.06883054	0.003096518	0.004737643
51	0.436931585	-0.100338849	0.000992774	0.010067885
52	0.443307815	-0.054710567	0.00208194	0.002993246
53	0.454099427	-0.055430578	5.18416E-07	0.003072549
54	0.466869612	-0.172455413	0.013694812	0.02974087

Clave: CCAS01A
 Serie: DC302
 Bien de Referencia: Gearsu A1
 Fecha de Vencimiento: 10-ene-95

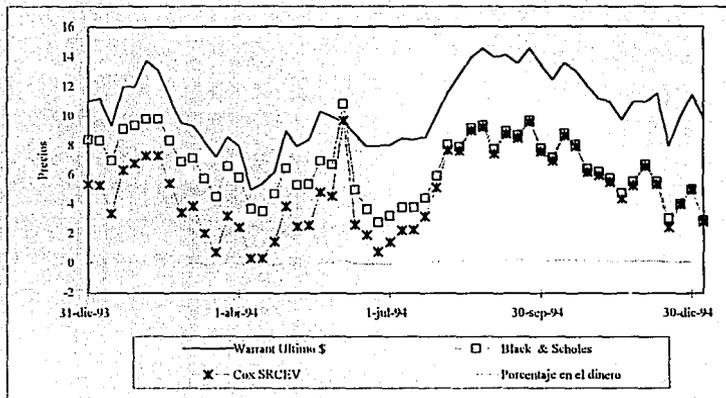
Fecha	Precio del Bien Suby.	Warrant Último \$	Precio de Ejercicio	Black & Scholes	Cin SRRZP1	Ita	Annual		Annual		Annual	
							Varianza HISTORICA	Volat.	Varianza FUTURA	Volat.	Varianza IMPLICITA	Volat.
31-dic-93	33.90	11.00	31.75	8.405	5.370	16	0.0059	0.0519	0.2277	0.1793	0.4234	0.6189
7-ene-94	33.90	11.25	31.75	8.372	5.311	17	0.0000	0.0534	0.2312	0.1826	0.4273	0.6790
14-ene-94	32.00	9.36	31.75	6.977	3.383	18	-0.0577	0.0779	0.2790	0.1861	0.4314	0.6405
21-ene-94	35.10	12.00	31.75	9.111	6.331	19	0.0925	0.0918	0.3030	0.1862	0.4315	0.6886
28-ene-94	35.55	12.00	31.75	9.374	6.828	20	0.0127	0.0927	0.3045	0.1813	0.4258	0.6637
4-feb-94	36.20	13.75	31.75	9.795	7.355	21	0.0181	0.0859	0.2931	0.1848	0.4299	0.7898
11-feb-94	36.30	13.10	31.75	9.800	7.348	22	0.0028	0.0862	0.2935	0.1883	0.4340	0.7369
18-feb-94	34.55	11.30	31.75	8.391	5.162	23	-0.0494	0.0999	0.3160	0.1923	0.4385	0.7669
25-feb-94	32.50	9.54	31.75	6.906	3.465	24	-0.0612	0.1128	0.3359	0.1937	0.4401	0.7549
4-mar-94	32.90	9.32	31.75	7.131	3.855	25	0.0122	0.1125	0.3355	0.1935	0.4398	0.7145
11-mar-94	30.90	8.34	31.75	5.795	2.057	26	-0.0627	0.1212	0.3481	0.1977	0.4447	0.7495
18-mar-94	29.00	7.26	31.75	4.530	0.745	27	-0.0635	0.1297	0.3601	0.1971	0.4440	0.7130
25-mar-94	32.50	8.60	31.75	6.588	3.218	28	0.1139	0.1600	0.4000	0.1962	0.4429	0.6353
1-abn-94	31.40	8.00	31.75	5.829	2.475	29	-0.0341	0.1613	0.4053	0.1855	0.4308	0.6427
8-abn-94	27.65	5.60	31.75	3.689	0.339	30	-0.1272	0.2022	0.4497	0.1881	0.4340	0.3250
15-abn-94	27.75	5.42	31.75	3.509	0.346	31	0.0036	0.2019	0.4493	0.1699	0.4122	0.3750
22-abn-94	29.50	6.20	31.75	4.666	1.437	32	0.0612	0.2209	0.4700	0.1744	0.4176	0.5768
29-abn-94	32.50	9.00	31.75	6.455	3.870	33	0.0968	0.2481	0.4981	0.1748	0.4181	0.6845
6-dic-94	31.00	8.00	31.75	5.343	2.522	34	-0.0473	0.2209	0.4700	0.1672	0.4089	0.6909
13-dic-94	31.15	8.40	31.75	5.553	2.579	35	0.0048	0.2199	0.4689	0.1682	0.4101	0.7371
20-dic-94	33.60	10.36	31.75	7.000	4.846	36	0.0757	0.2429	0.4928	0.1731	0.4161	0.6143
27-dic-94	33.50	10.00	31.75	6.724	4.559	37	-0.0030	0.2427	0.4926	0.1701	0.4124	0.5986
3-jun-94	38.80	9.58	31.75	10.811	9.712	38	0.1469	0.3120	0.5586	0.1753	0.4187	0.1231
10-jun-94	31.80	8.80	31.75	2.636	0.39	39	-0.1990	0.4183	0.6696	0.1448	0.3805	0.6071
17-jun-94	31.15	8.00	31.75	3.643	1.938	40	-0.0207	0.4187	0.6699	0.0804	0.2836	0.6075
24-jun-94	29.80	8.00	31.75	2.766	0.755	41	-0.0443	0.4118	0.6647	0.0821	0.2865	0.7923
1-jul-94	30.75	8.10	31.75	3.219	1.427	42	0.0314	0.4300	0.6558	0.0804	0.2835	0.7310
8-jul-94	31.60	8.50	31.75	3.768	2.250	43	0.0273	0.3852	0.6207	0.0821	0.2866	0.7279
15-jul-94	31.60	8.40	31.75	3.776	2.286	44	0.0000	0.3810	0.6172	0.0813	0.2904	0.7320
22-jul-94	32.60	8.56	31.75	4.133	3.203	45	0.0112	0.3178	0.5637	0.0876	0.2960	0.6632
29-jul-94	34.95	10.10	31.75	5.958	5.165	46	0.0696	0.3293	0.5738	0.0897	0.2996	0.6941
5-ago-94	37.60	11.70	31.75	8.087	7.735	47	0.0731	0.3339	0.5778	0.0835	0.2890	0.6754
12-ago-94	37.70	12.80	31.75	7.966	7.691	48	0.0027	0.3082	0.5551	0.0746	0.2731	0.9684
19-ago-94	39.20	13.98	31.75	9.198	9.015	49	0.0390	0.2973	0.5453	0.0781	0.2794	1.0518
26-ago-94	39.55	14.60	31.75	9.391	9.249	50	0.0089	0.2971	0.5450	0.0774	0.2781	1.2268
2-sep-94	37.80	14.00	31.75	7.748	7.483	51	-0.0453	0.2941	0.5423	0.0809	0.2845	1.5311
9-sep-94	39.20	14.20	31.75	8.991	8.841	52	0.0361	0.2963	0.5443	0.0804	0.2836	1.3300
16-sep-94	38.95	13.60	31.75	8.689	8.543	53	-0.0064	0.2224	0.4716	0.0803	0.2833	1.2796
23-sep-94	40.15	14.60	31.75	9.713	9.612	54	0.0303	0.0653	0.2556	0.0853	0.2920	1.4141
30-sep-94	38.30	13.50	31.75	7.813	7.626	55	-0.0472	0.0749	0.2737	0.0865	0.2940	1.5737
7-oct-94	37.70	12.50	31.75	7.201	6.998	56	-0.0158	0.0654	0.2558	0.0862	0.2936	1.5550
14-oct-94	39.45	13.60	31.75	8.787	8.681	57	0.0454	0.0677	0.2603	0.0922	0.3037	1.6017
21-oct-94	38.80	13.10	31.75	8.005	7.980	58	-0.0166	0.0709	0.2663	0.0889	0.2981	1.7470
28-oct-94	37.10	12.10	31.75	6.429	6.213	59	-0.0448	0.0825	0.2871	0.0965	0.3106	2.0573
4-nov-94	36.95	11.20	31.75	5.991	6.001	60	-0.0011	0.0814	0.2853	0.0977	0.3126	1.8616
11-nov-94	36.60	11.00	31.75	5.790	5.546	61	-0.0095	0.0671	0.2590	0.1085	0.3291	2.1322
18-nov-94	35.50	9.80	31.75	4.761	4.380	62	-0.0305	0.0504	0.2246	0.1218	0.3489	2.1612
25-nov-94	36.50	11.00	31.75	5.553	5.308	63	0.0278	0.0538	0.2320	0.1323	0.3637	2.8717
2-dic-94	37.90	11.00	31.75	6.751	6.626	64	0.0376	0.0531	0.2311	0.1476	0.3842	2.5644
9-dic-94	36.75	11.60	31.75	5.563	5.388	65	-0.0308	0.0556	0.2358	0.1581	0.3976	4.6493
16-dic-94	37.00	8.00	31.75	3.037	2.110	66	-0.0807	0.0706	0.2657	0.1899	0.4358	3.8015
23-dic-94	35.50	10.00	31.75	4.079	3.991	67	0.0161	0.0741	0.2722	0.1261	0.3551	6.7934
30-dic-94	36.50	11.50	31.75	5.017	5.031	68	0.0278	0.0782	0.2796	0.1556	0.3945	0.1320
6-ene-95	34.45	10.00	31.75	2.896	2.824	69	-0.0578	0.0824	0.2871	0.2695	0.5191	0.3161

Fecha	Warrant Ultimo \$	Black & Schools	Cave SRCEI*	[W _W -W _M]	[W _W SRCEI-W _M]	Diferencias	[W _W -W _M] W _M	[W _W SRCEI-W _M] W _M	Diferencias	Porcentaje en el dinero
31-dic-93	11.00	8.4045	5.3696	2.5955	5.6304	-3.03490	0.23595	0.51185	-0.27590	0.06772
7-ene-94	11.25	8.3715	5.1136	2.8785	5.9364	-3.05789	0.25587	0.25781	-0.25781	0.06772
14-ene-94	9.36	6.9769	3.3835	2.3831	5.9765	-3.59344	0.25460	0.63852	-0.38391	0.00787
21-ene-94	12.00	9.1114	6.3115	2.8886	5.6685	-2.77991	0.24072	0.47238	-0.23166	0.10551
28-ene-94	12.00	9.3739	6.8283	2.6261	5.1717	-2.54565	0.21884	0.43998	-0.21214	0.11969
4-feb-94	13.75	9.7952	7.3552	3.9548	6.4948	-2.43996	0.28763	0.46508	-0.17745	0.14016
11-feb-94	13.10	9.8003	7.3480	3.2997	5.7520	-2.45227	0.25188	0.43908	-0.18720	0.14331
18-feb-94	11.30	8.3943	5.4622	2.9057	5.8378	-2.93211	0.25714	0.51662	-0.25948	0.08819
25-feb-94	9.54	6.9060	3.4648	2.6340	6.0752	-3.44126	0.27610	0.63862	-0.36072	0.02362
4-mar-94	9.32	7.1335	3.8551	2.1865	5.4649	-3.73761	0.23469	0.58636	-0.35176	0.03622
11-mar-94	8.34	5.7951	2.0574	2.5449	6.2826	-3.73769	0.30514	0.75331	-0.44816	-0.02677
18-mar-94	7.26	4.5299	0.7453	2.7301	6.5147	-3.78460	0.37605	0.89734	-0.52129	-0.08661
25-mar-94	8.60	6.5877	3.2184	2.0123	5.3816	-3.36928	0.23399	0.62577	-0.39178	0.02362
1-abr-94	8.00	5.8295	2.4751	2.1705	5.5249	-3.35436	0.27132	0.69061	-0.41929	-0.01102
8-abr-94	5.00	3.6887	0.3389	1.3113	4.6611	-3.34983	0.26226	0.93222	-0.66997	-0.12913
15-abr-94	5.42	3.5094	0.3460	1.9106	5.0740	-3.16337	0.35251	0.93616	-0.58365	-0.12598
22-abr-94	6.20	4.6664	1.4373	1.5336	4.7627	-3.22908	0.24736	0.76818	-0.52082	-0.07087
29-abr-94	9.00	6.5447	3.8702	2.5453	5.1298	-2.58457	0.28281	0.56998	-0.28717	0.02362
6-may-94	8.00	5.3425	2.5215	2.6575	5.4785	-2.82104	0.33218	0.68481	-0.35263	-0.02362
13-may-94	8.40	5.3331	2.5787	3.0469	5.8213	-2.77439	0.36273	0.69301	-0.33028	-0.01890
20-may-94	10.36	6.9997	4.8465	3.3603	5.5135	-2.15320	0.32436	0.53219	-0.20784	0.05827
27-may-94	10.00	6.7234	4.5903	3.2766	5.4407	-2.16407	0.32766	0.54407	-0.21641	0.05512
3-jun-94	9.58	10.8414	9.7125	1.2614	0.1325	1.12890	0.13167	0.01383	0.11784	0.22205
10-jun-94	8.80	4.9911	2.6355	3.8089	6.1645	-2.35554	0.43283	0.70051	-0.26768	0.00157
17-jun-94	8.00	3.6429	1.9378	4.3571	6.0622	-1.70510	0.54463	0.75777	-0.21314	-0.01890
24-jun-94	8.00	2.7664	0.7546	5.2336	7.2454	-2.01181	0.65420	0.90367	-0.25148	-0.06192
1-jul-94	8.10	3.2189	1.4275	4.8811	6.6725	-1.79137	0.60261	0.82377	-0.22116	-0.03150
8-jul-94	8.50	3.7679	2.2497	4.7321	6.2503	-1.51816	0.55672	0.73533	-0.17861	-0.00472
15-jul-94	8.40	3.7764	2.2856	4.6236	6.1144	-1.49085	0.55042	0.72791	-0.17748	-0.00472
22-jul-94	8.56	4.4327	3.2029	4.1273	5.3571	-1.22980	0.48217	0.62583	-0.14367	0.02677
29-jul-94	10.10	5.9581	5.1653	4.1419	4.9347	-0.79280	0.41009	0.48858	-0.07850	0.10079
5-ago-94	11.70	8.0868	7.7350	3.6132	3.9650	-0.35189	0.30882	0.33889	-0.03008	0.18425
12-ago-94	12.80	7.9661	7.6945	-4.8339	5.1055	-0.27168	0.37765	0.39887	-0.02123	0.18740
19-ago-94	13.98	9.1981	9.0145	-4.7819	4.9655	-0.18360	0.42005	0.35518	-0.03313	0.23465
26-ago-94	14.60	9.3915	9.2193	5.2085	5.3607	-0.15222	0.35675	0.36717	-0.01043	0.24567
2-sep-94	14.00	7.7484	7.4832	6.2516	6.5168	-0.26522	0.41654	0.46549	-0.04894	0.19055
9-sep-94	14.20	8.9913	8.8413	5.2087	5.3587	-0.14994	0.36681	0.37737	-0.01056	0.23465
16-sep-94	13.60	8.6888	8.5427	4.9112	5.0573	-0.14607	0.36112	0.37186	-0.01074	0.22677
23-sep-94	14.60	9.7132	9.6125	4.8868	4.9875	-0.10068	0.34471	0.34161	-0.00690	0.26457
30-sep-94	13.50	7.8130	7.6262	5.6870	5.8738	-0.18681	0.42126	0.43510	-0.01384	0.20630
7-oct-94	12.50	7.2008	6.9979	5.2992	5.5021	-0.20293	0.42394	0.44017	-0.01623	0.18740
14-oct-94	13.60	8.7867	8.6809	4.8133	4.9191	-0.10577	0.35392	0.36170	-0.00778	0.24252
21-oct-94	13.10	8.0855	7.9798	5.0145	5.1202	-0.10569	0.38279	0.39086	-0.00807	0.22205
28-oct-94	12.10	6.4288	6.2129	5.6712	5.8871	-0.21581	0.46870	0.48654	-0.01781	0.16850
4-nov-94	11.20	6.1934	5.9909	5.0066	5.2091	-0.20249	0.44702	0.46510	-0.01808	0.16378
11-nov-94	11.00	5.7899	5.5459	5.2101	5.4541	-0.24405	0.47364	0.49583	-0.02219	0.15276
18-nov-94	9.80	4.7644	4.3797	5.0356	5.4203	-0.38471	0.51384	0.53309	-0.03926	0.11811
25-nov-94	11.00	5.5526	5.3080	5.4474	5.6920	-0.24461	0.49522	0.51745	-0.02224	0.14961
2-dic-94	11.00	6.7306	6.6255	4.2494	4.3745	-0.12503	0.38631	0.39768	-0.01137	0.19370
9-dic-94	11.60	5.5628	5.3883	6.0372	6.2117	-0.17453	0.52045	0.53549	-0.01505	0.15748
16-dic-94	8.00	3.0372	2.4400	4.9628	5.5600	-0.59721	0.62033	0.69500	-0.07465	0.06772
23-dic-94	10.00	4.0786	3.9943	5.9214	6.0057	-0.08428	0.59214	0.60057	-0.00843	0.11811
30-dic-94	11.50	5.0474	5.0106	6.4526	6.4694	-0.01686	0.56109	0.56256	-0.00147	0.14961
6-ene-95	10.00	2.8961	2.8238	7.1039	7.1762	-0.07211	0.71039	0.71762	-0.00723	0.08504
PROMEDIO				-4.00421	5.52999	-1.52578	0.38560	0.56117	-0.17557	

Coefficientes de Correlación

B&S vs M Srcev vs M PED vs M
 0.764229283 0.923729922 0.918975253

B&S vs PED Srcev vs PED B&S vs Srcev
 0.692237785 0.953368126 0.863486087



RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F	F _{α, d1, d2}
Columna 1	54	216.2274495	4.004212027	2.10202096	2.165590528	1.577678432
Columna 2	54	298.6196953	5.529994357	0.97064562		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de los cuadrados	F	F _{α, d1, d2}
Entre grupos	62.85631641	1	62.85631641	40.91320342	3.930693993
Dentro de los grup	162.8513287	106	1.53633329		
Total	225.7076451	107			

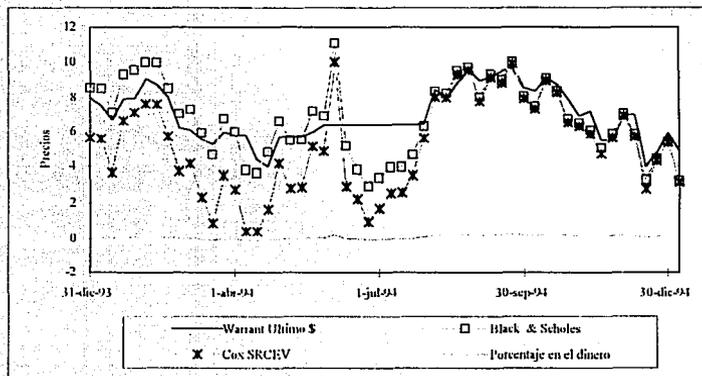
Clave: GGAS01A
 Serie: EC301
 Bien de Referencia: Gearsn A1
 Fecha de Vencimiento: 10-ene-95

Fecha	Precio del Bien Suby.	Warrant Último \$	Precio de Ejercicio	Black & Scholes	Cox SBC'81	Fu	Anual		Anual		Anual		
							Varianza HISTORICA	Volat.	Varianza FUTURA	Volat.	Varianza IMPLÍCITA	Volat.	
31-dic-93	33.9	8	31.4	8.587	5.681	16	0.0059	0.2277	0.1793	0.4234	0.1372	0.3704	
7-ene-91	33.9	7.56	31.4	8.553	5.626	17	0.0000	0.0534	0.2312	0.1826	0.4273	0.1809	0.4253
14-ene-91	32	6.7	31.4	7.142	3.678	18	-0.0577	0.0779	0.2790	0.1864	0.4314	0.1843	0.4293
21-ene-91	35.1	7.91	31.4	9.303	6.648	19	0.0925	0.0918	0.3030	0.1862	0.4315	0.1881	0.4341
28-ene-91	35.55	8	31.4	9.572	7.144	20	0.0127	0.0927	0.3045	0.1813	0.4258	0.1458	0.3818
4-feb-91	36.2	9.1	31.4	9.998	7.673	21	0.0181	0.0859	0.2931	0.1818	0.4299	0.1950	0.4415
11-feb-91	36.3	8.8	31.4	10.004	7.667	22	0.0028	0.0862	0.2935	0.1883	0.4310	0.1736	0.4167
18-feb-91	34.55	8.1	31.4	8.583	5.781	23	-0.0494	0.0999	0.3160	0.1923	0.4385	0.2264	0.4758
25-feb-91	32.5	6.24	31.4	7.076	3.767	24	-0.0612	0.1128	0.3359	0.1937	0.4401	0.1875	0.4331
4-mar-91	32.9	6.1	31.4	7.308	-1.161	25	0.0122	0.1125	0.3355	0.1935	0.4398	0.1589	0.3986
11-mar-91	30.9	5.6	31.4	5.950	2.318	26	-0.0627	0.1212	0.3481	0.1977	0.4447	0.1692	0.4114
18-mar-91	29	5.28	31.4	4.665	0.901	27	-0.0635	0.1297	0.3601	0.1971	0.4440	0.2506	0.5006
25-mar-91	32.5	6	31.4	6.759	3.521	28	0.1139	0.1600	0.4090	0.1962	0.4429	0.1931	0.4397
1-abr-91	31.4	5.8	31.4	5.993	2.759	29	-0.0344	0.1643	0.4053	0.1855	0.4308	0.1695	0.4117
8-abr-91	27.65	5.8	31.4	3.812	0.434	30	-0.1272	0.2022	0.4497	0.1881	0.4340	0.4098	0.6402
15-abr-91	27.75	-4.1	31.4	3.635	0.418	31	0.0036	0.2019	0.4493	0.1699	0.4122	0.2421	0.4920
22-abr-91	29.5	-4	31.4	4.816	1.672	32	0.0612	0.2209	0.4700	0.1744	0.4176	0.1489	0.3858
29-abr-91	32.5	5.7	31.4	6.678	-1.180	33	0.0968	0.2481	0.4981	0.1748	0.4181	0.1496	0.3868
6-may-91	31	5.7	31.4	5.511	2.812	34	-0.0173	0.2209	0.4700	0.1672	0.4089	0.1843	0.4293
13-may-91	31.15	5.7	31.4	5.521	2.873	35	0.0018	0.2199	0.4689	0.1682	0.4101	0.1843	0.4293
20-may-91	33.6	6	31.4	7.197	5.162	36	0.0757	0.2429	0.4928	0.1731	0.4161	0.1520	0.3899
27-may-91	33.5	6.1	31.4	6.921	-1.877	37	-0.0030	0.2427	0.4926	0.1701	0.4124	0.1780	0.4219
3-jun-91	38.8	6.1	31.4	11.088	10.033	38	0.1469	0.3120	0.5586	0.1753	0.4187	0.0481	0.2199
10-jun-91	31.8	6.1	31.4	5.173	2.911	39	-0.1990	0.4483	0.6696	0.1448	0.3805	0.2706	0.5202
17-jun-91	31.15	6.1	31.4	3.832	2.218	40	-0.0297	0.4487	0.6699	0.0804	0.2836	0.3368	0.5804
24-jun-91	29.8	6.1	31.4	2.928	0.987	41	-0.0443	0.4418	0.6647	0.0821	0.2865	0.4781	0.6914
1-jul-91	30.75	6.1	31.4	3.399	1.723	42	0.0314	0.4300	0.6558	0.0804	0.2835	0.4087	0.6393
8-jul-91	31.6	6.1	31.4	3.966	2.568	43	0.0273	0.3852	0.6207	0.0821	0.2866	0.3407	0.5837
15-jul-91	31.6	6.1	31.4	3.975	2.601	44	0.0000	0.3810	0.6172	0.0843	0.2904	0.3513	0.5927
22-jul-91	32.6	6.1	31.4	4.649	3.527	45	0.0312	0.3178	0.5637	0.0876	0.2960	0.2752	0.5246
29-jul-91	34.95	6.5	31.4	6.326	5.645	46	0.0696	0.3293	0.5738	0.0897	0.2996	0.1647	0.4022
5-ago-91	35.6	8.5	31.4	8.374	8.064	47	0.0731	0.3339	0.5778	0.0835	0.2890	0.1016	0.3187
12-ago-91	37.7	8	31.4	8.264	8.025	48	0.0027	0.3082	0.5551	0.0746	0.2741	0.1007	0.3171
19-ago-91	39.2	8.9	31.4	9.505	9.247	49	0.0390	0.2973	0.5453	0.0781	0.2794	0.0757	0.2751
26-ago-91	39.55	9.6	31.4	9.703	9.573	50	0.0089	0.2971	0.5450	0.0774	0.2781	0.0807	0.2841
2-sep-91	37.8	9	31.4	8.047	7.817	51	-0.0153	0.2911	0.5423	0.0809	0.2815	0.2367	0.4865
9-sep-91	39.2	9.2	31.4	9.303	9.176	52	0.0364	0.2963	0.5443	0.0804	0.2836	0.0834	0.2888
16-sep-91	38.95	9.5	31.4	9.001	8.878	53	-0.0064	0.2224	0.4716	0.0803	0.2833	0.1868	0.4322
23-sep-91	40.15	9.7	31.4	10.031	9.919	54	0.0303	0.0653	0.2556	0.0853	0.2920	0.1227	0.3502
30-sep-91	38.3	8.6	31.4	8.123	7.961	55	-0.0472	0.0749	0.2737	0.0865	0.2940	0.1878	0.4334
7-oct-91	37.7	8.4	31.4	7.508	7.336	56	-0.0158	0.0654	0.2558	0.0862	0.2936	0.2718	0.5213
14-oct-91	39.45	9.14	31.4	9.108	9.020	57	0.0451	0.0677	0.2603	0.0922	0.3037	0.1043	0.3229
21-oct-91	38.8	8.8	31.4	8.407	8.320	58	-0.0166	0.0709	0.2663	0.0889	0.2981	0.2050	0.4528
28-oct-91	37.1	7.96	31.4	6.735	6.553	59	-0.0448	0.0825	0.2871	0.0965	0.3106	0.3957	0.6290
4-nov-91	36.95	6.92	31.4	6.501	6.332	60	-0.0041	0.0814	0.2853	0.0977	0.3126	0.2625	0.5124
11-nov-91	36.6	7.2	31.4	6.092	5.888	61	-0.0095	0.0671	0.2590	0.1085	0.3294	0.4098	0.6402
18-nov-91	35.5	5.5	31.4	5.049	4.723	62	-0.0305	0.0504	0.2246	0.1218	0.3489	0.2330	0.4828
25-nov-91	36.5	5.56	31.4	5.856	5.652	63	0.0278	0.0538	0.2320	0.1323	0.3637	0.1806	0.4250
2-dic-91	37.9	7	31.4	7.072	6.970	64	0.0376	0.0531	0.2311	0.1476	0.3842	0.1937	0.4401
9-dic-91	36.75	7	31.4	5.876	5.734	65	-0.0308	0.0556	0.2358	0.1581	0.3976	0.7023	0.8380
16-dic-91	33.9	4	31.4	4.292	2.787	66	-0.0807	0.0706	0.2657	0.1899	0.4458	0.4621	0.6798
23-dic-91	35.5	4.78	31.4	4.403	4.312	67	0.0461	0.0741	0.2722	0.1261	0.3551	0.3753	0.6126
30-dic-91	36.5	5.92	31.4	5.388	5.377	68	0.0278	0.0782	0.2796	0.1556	0.3945	0.8872	0.9419
6-ene-95	34.45	4.9	31.4	3.220	3.172	69	-0.0578	0.0821	0.2871	0.2695	0.5191	3.9887	1.9972

Fecha	Warrant	Black &	Cow	[W _{BS} -W _B]	[W _{SRCEV} -W _B]	Diferencias	[W _{BS} -W _B]	[W _{SRCEV} -W _B]	Diferencias	Porcentaje
	Ultimo \$	Scholes	SRCEV				W _B	W _M		en el dinero
31-dic-93	8.00	8.5866	5.6812	0.5866	2.3188	-1.73219	0.07132	0.28985	-0.21652	0.07962
7-ene-94	7.56	8.5534	5.6256	0.9934	1.9344	-0.94101	0.13140	0.25587	-0.12447	0.07962
14-ene-94	6.70	7.1416	3.6780	0.4116	3.0220	-2.58042	0.06591	-0.45105	-0.38514	0.01911
21-ene-94	7.94	9.3034	6.6477	1.3634	1.2923	0.07110	0.17171	0.16276	0.00895	0.11783
28-ene-94	8.00	9.5718	7.1445	1.5718	0.8555	0.71626	0.19647	0.10694	0.08953	0.13217
4-feb-94	9.10	9.9979	7.6730	0.8979	1.4270	-0.52911	0.09867	0.15682	-0.05814	0.15287
11-feb-94	8.80	10.0036	7.6670	1.2036	1.1130	0.09705	0.13678	0.12875	0.00803	0.15605
18-feb-94	8.10	8.5826	5.7806	0.4826	2.3194	-1.83686	0.05958	0.28635	-0.22677	0.10032
25-feb-94	6.24	7.0761	3.7670	0.8361	2.4730	-1.63689	0.13399	0.39631	-0.26232	0.03503
4-mar-94	6.10	7.3082	4.1636	1.2082	1.9364	-0.72823	0.19807	0.31745	-0.11938	0.04777
11-mar-94	5.60	5.9501	2.3178	0.3501	3.2822	-2.93211	0.06252	0.58611	-0.52359	-0.01592
18-mar-94	5.28	4.6647	0.9009	0.6153	4.3791	-3.76383	0.11653	0.82938	-0.71285	-0.07643
25-mar-94	6.00	6.7589	3.5210	0.7589	2.4790	-1.72012	0.12648	0.41317	-0.28669	0.03503
1-abr-94	5.80	5.9932	2.7590	0.1932	3.0410	-2.84774	0.03331	0.52430	-0.49099	0.00800
8-abr-94	5.80	8.8122	0.4143	1.9878	5.3657	-3.37782	0.34273	0.92512	-0.58238	-0.11943
15-abr-94	4.40	3.6353	0.4479	0.7647	3.9521	-3.18736	0.17380	0.89820	-0.72440	-0.11624
22-abr-94	4.00	4.8162	1.6719	0.8162	2.3281	-1.51184	0.20406	0.58202	-0.37796	-0.06051
29-abr-94	5.70	6.6377	4.1804	0.9377	1.5196	-0.58191	0.16451	0.26660	-0.10209	0.03503
6-may-94	5.70	5.5112	2.8124	0.1888	2.8876	-2.69883	0.03312	0.50660	-0.47348	-0.01274
13-may-94	5.70	5.5236	2.8226	0.1764	2.8274	-2.65098	0.03095	0.49603	-0.46508	-0.00796
20-may-94	6.00	7.1973	5.1625	1.1973	0.8375	0.35974	0.19955	0.13999	0.05996	0.07006
27-may-94	6.40	6.9207	4.8770	0.5207	1.5230	-1.00228	0.08136	0.23796	-0.15661	0.06688
3-jun-94	6.40	11.0880	10.0331	4.6880	3.6131	1.05486	0.73250	0.56768	0.16482	0.23567
10-jun-94	6.40	5.1731	2.9441	1.2269	3.4559	-2.22903	0.19170	0.53998	-0.34829	0.01274
17-jun-94	6.40	3.8315	2.2482	2.5685	4.1518	-1.58329	0.40132	0.64871	-0.24739	-0.00796
24-jun-94	6.40	2.9281	0.9874	3.4719	5.4126	-1.94067	0.54249	0.84572	-0.30323	-0.05096
1-jul-94	6.40	3.3993	1.7235	3.8007	4.6765	-1.67584	0.46886	0.73071	-0.26185	-0.02070
8-jul-94	6.40	1.9657	2.5682	2.4443	3.8318	-1.39750	0.38035	0.93871	-0.21836	0.00637
15-jul-94	6.40	3.9752	2.0043	2.4248	1.7957	-1.37089	0.37888	0.59308	-0.21420	0.00637
22-jul-94	6.40	4.6489	3.5265	1.7511	2.8735	-1.12242	0.27161	0.44898	-0.17538	0.03822
29-jul-94	6.50	6.3260	5.6447	0.1740	0.8553	-0.68133	0.02677	0.13159	-0.10482	0.11306
5-ago-94	8.50	8.3743	8.0642	0.1257	0.4358	-0.31010	0.01479	0.05127	-0.03648	0.19745
12-ago-94	8.00	8.2613	8.0252	0.2613	0.0252	0.23604	0.03266	0.00315	0.02951	0.20064
19-ago-94	8.90	9.5053	9.3473	0.6053	0.4473	0.15805	0.06801	0.05025	0.01776	0.24841
26-ago-94	9.60	9.7044	9.5734	0.1044	0.0266	0.07679	0.01077	0.00277	0.00800	0.25955
2-sep-94	9.00	8.0468	7.8174	0.9332	1.1826	-0.22938	0.10591	0.13140	-0.02549	0.20382
9-sep-94	9.20	9.1044	9.1760	0.1044	0.0240	0.07918	0.01124	0.00261	0.00863	0.24841
16-sep-94	9.50	9.0015	8.8779	0.4985	0.6221	-0.12357	0.05248	0.06548	-0.01301	0.24045
23-sep-94	9.70	10.0335	9.9491	0.3335	0.2491	0.08440	0.03438	0.02568	0.00870	0.27866
30-sep-94	8.60	8.1227	7.9643	0.4773	0.6357	-0.15840	0.05550	0.07391	-0.01842	0.21975
7-oct-94	8.40	7.5079	7.3363	0.8921	1.0637	-0.17159	0.10620	0.12663	-0.02043	0.20064
14-oct-94	9.14	9.1080	9.0201	0.0320	0.1199	-0.08878	0.00351	0.01312	-0.00961	0.25637
21-oct-94	8.80	8.4065	8.3195	0.3935	0.4805	-0.08698	0.04471	0.05460	-0.00988	0.23567
28-oct-94	7.96	6.7345	6.5534	1.2255	1.4066	-0.18111	0.15396	0.17671	-0.02275	0.18153
4-nov-94	6.92	6.5007	6.3322	0.4193	0.5878	-0.16854	0.06059	0.08495	-0.02436	0.17675
11-nov-94	7.20	6.0924	5.8882	1.1076	1.3118	-0.20422	0.15383	0.18220	-0.02836	0.16561
18-nov-94	5.50	5.0492	4.7227	0.4508	0.7773	-0.32646	0.08196	0.14132	-0.05936	0.13057
25-nov-94	5.56	5.8536	5.6519	0.2956	0.0919	0.20376	0.05317	0.01652	0.03665	0.16242
2-dic-94	7.00	7.0718	6.9703	0.0718	0.0297	0.04212	0.01026	0.00425	0.00602	0.20701
9-dic-94	7.00	5.8758	5.7340	1.1242	1.2660	-0.14178	0.16060	0.18086	-0.02025	0.17038
16-dic-94	4.00	3.2925	2.7868	0.7075	1.2132	-0.50571	0.17688	0.30331	-0.12643	0.07962
23-dic-94	4.78	4.4027	4.3416	0.3773	0.4384	-0.06108	0.07893	0.09171	-0.01278	0.13057
30-dic-94	5.92	5.3884	5.3775	0.5316	0.5425	-0.01086	0.08981	0.09164	-0.00183	0.16242
6-ene-95	4.90	3.2199	3.1724	1.6801	1.7276	-0.04745	0.34288	0.35256	-0.00968	0.09713
PROMEDIO				0.97413	1.86158	-0.88745	0.15064	0.30165	-0.15102	

Coefficientes de Correlación

B&S vs M	Srcev vs M	PED vs M
0.789682967	0.824091208	0.732662949
B&S vs PED	Srcev vs PED	B&S vs Srcev
0.713759073	0.95619789	0.874579241



RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F	Fa,d1,d2
Columna 1	54	52.6030906	0.974131307	0.856588048	0.39216716	1.577678432
Columna 2	54	100.5255566	1.861584382	2.184242166		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de los cuadrados	F	Fa,d1,d2
Entre grupos	21.2644699	1	21.2644699	13.98596331	3.930693993
Dentro de los grup	161.1640014	106	1.520415107		
Total	182.4284712	107			

FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

Estadísticas de la regresión		Medida de Volat. Futura (Y)	
Coefficiente de correlación múltiple	0.40098159	Durbin-Watson	0.20050
Coefficiente de determinación R ²	0.160786235	Coefficiente de Variación	17.06997
R ² ajustado	0.144647509	Var-Cov de B1_B2	-0.00144
Error típico	0.062725509	Var B1	0.00065
Observaciones	54	Var B2	0.00358

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.039193369	0.039193369	9.962758707	0.002657108
Residuos	52	0.204593451	0.003934489		
Total	53	0.24379182			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.443585649	0.025583628	17.33865271	2.98025E-23	0.382248377	0.49492292
HISTÓRICA	-0.188817423	0.059820806	-3.156383802	0.002657108	-0.308856571	-0.06877828

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T a, n-2	T a,1, n-2
Intercepción (α=0)	0.443585649	0.025583628	17.33865271	1.674688974	2.006645445
HISTÓRICA (α=1)	-0.188817423	0.059820806	-19.8729757		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	(e(t)-e(t-1)) ²	e(t) ²
1	0.400583468	0.022802152		0.000519938
2	0.399937835	0.027402359	2.11619E-05	0.000750889
3	0.390898212	0.040529992	0.000172335	0.00164268
4	0.386376991	0.045114929	2.10216E-05	0.002035357
5	0.386093997	0.039677721	2.95632E-05	0.001574322
6	0.385243777	0.041661958	3.93719E-06	0.001735719
7	0.388163823	0.045790588	1.70456E-05	0.002096778
8	0.383914877	0.054621152	7.79789E-05	0.00288347
9	0.380161354	0.059947439	2.33693E-05	0.003593695
10	0.380243941	0.059591715	1.2854E-07	0.003551172
11	0.377855723	0.066813917	5.21602E-05	0.004464099
12	0.375596144	0.068419929	2.57606E-06	0.004686115
13	0.368057191	0.074851214	4.13743E-05	0.005602704
14	0.36705556	0.063698311	0.000124387	0.004054775
15	0.353682002	0.075342831	0.000135595	0.005676542
16	0.358746911	0.053475311	0.000478188	0.002359609
17	0.354838932	0.062757049	8.61507E-05	0.003938447
18	0.349532277	0.065580575	3.39135E-05	0.004703295
19	0.354841957	0.054089035	0.000210005	0.002925624
20	0.355046767	0.055053608	9.30401E-07	0.0030309
21	0.350527539	0.065599161	0.000110367	0.004293004
22	0.350568785	0.061819246	1.3987E-05	0.003821619
23	0.338117429	0.080614422	0.000353259	0.006498685
24	0.317156478	0.06333789	0.000298479	0.004011688
25	0.317098246	-0.033488106	0.0009375274	0.001121453
26	0.318076015	-0.031575196	3.65823E-06	0.000996993
27	0.319766924	-0.036258367	2.19321E-05	0.001314669
28	0.326395173	-0.039827787	1.27408E-05	0.001586253
29	0.327038585	-0.036679641	9.91092E-06	0.001345396
30	0.337139829	-0.041115681	1.96785E-05	0.001690499
31	0.335233341	-0.035664136	2.97194E-05	0.001271931
32	0.334487242	-0.04552863	9.73083E-05	0.002072856
33	0.338769331	-0.065714398	0.000407465	0.004318382
34	0.340626459	-0.061241584	2.00061E-05	0.003750532
35	0.340673088	-0.06254634	1.70239E-06	0.003912045
36	0.341194785	-0.05686768	3.43239E-05	0.003213493
37	0.340812321	-0.057192979	2.55327E-07	0.003271037
38	0.354540806	-0.0712089	0.000196446	0.005070707
39	0.395320546	-0.103285074	0.001028881	0.010667807
40	0.391907031	-0.097558884	2.94435E-05	0.009576361
41	0.395289349	-0.101710184	1.48325E-05	0.010344962
42	0.39444372	-0.090740157	0.000120341	0.008233776
43	0.393295929	-0.095183509	1.97878E-05	0.009060352
44	0.389368266	-0.078759975	0.000269897	0.006203134
45	0.389715757	-0.077161799	2.55417E-06	0.005953943
46	0.394676681	-0.065232564	0.000142307	0.004255287
47	0.401186429	-0.05225362	0.000168486	0.002730309
48	0.399780725	-0.036084492	0.0002614	0.001302091
49	0.399949863	-0.015750653	0.000413465	0.000248083
50	0.39906837	-0.001456916	0.000204311	1.228E-06
51	0.393423182	0.042355234	0.001919504	0.001793566
52	0.392197144	-0.037127734	0.006317542	0.001378469
53	0.390792995	0.003667871	0.001664281	1.34533E-05
54	0.38938339	0.129784125	0.015900265	0.016838728

FUTURA vs. IMPLÍCITA

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.207870174
Coefficiente de determinación R ²	0.043210009
R ² ajustado	0.024810202
Error típico	0.066975537
Observaciones	54

Medida de Volat. Futura (Y)	0.367461083
Durbin-Watson	0.191951852
Coefficiente de Variación	18.22656607
Var-Cov de B1_B2	-0.000522
Var B1	0.000527754
Var B2	0.000612755

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.010534247	0.010534247	2.348394626	0.131473993
Residuos	52	0.233257574	0.004485723		
Total	53	0.24379182			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.399776651	0.022972896	17.40210053	2.45669E-23	0.353678193	0.445875109
VIP	-0.037934013	0.024753878	-1.532447267	0.131473993	-0.087066271	0.011738244

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T α, n-2	T α/2, n-2
Intercepción (H0=0)	0.399776651	0.022972896	17.40210053	1.674688974	2.006645445
IMPLÍCITA (H1=1)	-0.037934013	0.024753878	-1.93015707		

Análisis de los residuales

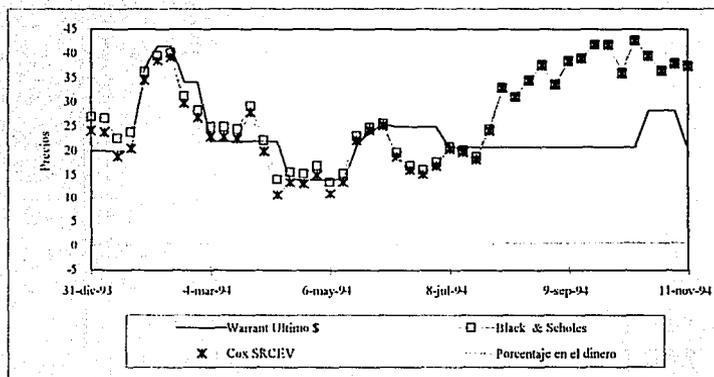
Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	(e(t)-e(t-1)) ²	e(t) ²
1	0.379689232	0.043721388		0.00191156
2	0.378591617	0.048748577	2.52726E-05	0.002378424
3	0.379349415	0.052078789	1.10903E-05	0.0027122
4	0.37824889	0.053243039	1.35548E-06	0.002834821
5	0.379295591	0.046476128	4.57911E-05	0.00218003
6	0.375647891	0.054257844	6.05551E-05	0.002943914
7	0.377108131	0.056846279	6.7E-06	0.003231499
8	0.375753526	0.062782503	3.52387E-05	0.003941643
9	0.376854569	0.063254223	2.2252E-07	0.00401097
10	0.378136895	0.061698761	2.41946E-06	0.003806737
11	0.377182225	0.06748739	3.35082E-05	0.004554548
12	0.376728198	0.067296875	4.02063E-08	0.004527524
13	0.379352869	0.063555537	1.39229E-05	0.004039306
14	0.379502655	0.051251216	0.000151396	0.002626687
15	0.376850538	0.057174295	3.50829E-05	0.0032889
16	0.378825667	0.033396555	0.000565331	0.00111533
17	0.381587677	0.036005304	6.82123E-06	0.001296598
18	0.379016151	0.0390967	9.53819E-06	0.001528552
19	0.378179129	0.030751863	6.96363E-05	0.000945677
20	0.377199935	0.032900439	4.61638E-06	0.001082439
21	0.37665525	0.039431451	4.26541E-05	0.001554839
22	0.376385606	0.036002424	1.17582E-05	0.001296175
23	0.387771489	0.030560362	2.54224E-05	0.000958544
24	0.374281902	0.006212465	0.000612458	3.85947E-05
25	0.373859598	-0.090243458	0.00930471	0.008144784
26	0.389751749	-0.08325093	4.89654E-05	0.006930717
27	0.371344711	-0.087836153	2.10243E-05	0.00771519
28	0.372293705	-0.03572632	4.4514E-06	0.007349002
29	0.372080524	-0.09172158	1.60379E-05	0.006678417
30	0.373927926	-0.077903379	1.45787E-05	0.006068936
31	0.374613787	-0.075044581	5.17272E-06	0.005631689
32	0.373120197	-0.084161585	8.31197E-05	0.007083172
33	0.368123011	-0.095063079	0.000189552	0.00993794
34	0.364348305	-0.08496143	0.000102144	0.00718445
35	0.361243099	-0.083116351	1.40431E-06	0.006983328
36	0.362221004	-0.077713898	2.91865E-05	0.00603945
37	0.3596511	-0.076031759	2.82959E-06	0.005780828
38	0.363744193	-0.080412283	1.91898E-05	0.006466136
39	0.359262511	-0.067227039	0.000173551	0.004519475
40	0.360410047	-0.0663619	7.45466E-07	0.004403902
41	0.361522082	-0.067942918	2.49962E-06	0.00461624
42	0.355417613	-0.05171405	0.000263376	0.002674343
43	0.357264607	-0.059157387	5.54033E-05	0.003199596
44	0.356466298	-0.045858006	0.000176874	0.002102957
45	0.358161516	-0.045607559	6.2724E-08	0.002080049
46	0.355715048	-0.026270931	0.000373905	0.000690162
47	0.355828367	-0.066394299	0.000375454	4.75314E-05
48	0.346318423	0.017377804	0.000589135	0.000301998
49	0.345719115	0.038480094	0.000445307	0.001480711
50	0.335728898	0.061882556	0.000547675	0.003829451
51	0.344712621	0.091064794	0.000851603	0.008292797
52	0.319949688	0.035119722	0.003128851	0.001233395
53	0.364572479	0.029888387	2.73669E-05	0.000893316
54	0.327353401	0.191794113	0.026213464	0.036784962

Fecha	Warrant Ultimo \$	Black & Scholes	Cox SRCEI'	[W _{BS} -W _d]	[W _{SURCV} -W _d]	Diferencias	[W _{BS} -W _d] W _{SI}	[W _{SURCV} -W _d] W _{SI}	Diferencias	Porcentaje en el dinero
31-dic-93	20.00	26.9636	24.2047	6.9636	4.2047	2.75886	0.34818	0.21024	0.13794	0.2656
7-ene-94	20.00	26.6818	23.8622	6.6818	3.8622	2.81955	0.33409	0.19311	0.14098	0.2627
14-ene-94	20.00	22.5340	18.9058	2.5340	1.0942	1.43978	0.12670	0.05471	0.07199	0.1901
21-ene-94	20.00	23.7823	20.5449	3.7823	0.5449	3.23734	0.18911	0.02725	0.16187	0.2163
28-ene-94	37.00	36.2426	34.7202	0.7574	2.2798	-1.52237	0.02047	0.06162	-0.04115	0.4209
4-feb-94	41.50	39.4998	38.6702	2.0002	2.8298	-0.82956	0.04820	0.06819	-0.01999	0.4819
11-feb-94	41.50	40.1269	39.3501	1.3731	2.1499	-0.77674	0.03309	0.05180	-0.01872	0.4949
18-feb-94	34.20	31.2949	29.8653	2.9051	4.3347	-1.42956	0.08494	0.12674	-0.04180	0.3614
25-feb-94	34.20	28.3337	26.8414	5.8663	7.3586	-1.49227	0.17153	0.21516	-0.04363	0.3179
4-mar-94	22.00	24.8408	22.9499	2.8408	0.9499	1.89093	0.12913	0.04318	0.08595	0.2612
11-mar-94	22.00	24.8350	23.0152	2.8350	1.0152	1.81987	0.12887	0.04614	0.08272	0.2627
18-mar-94	22.00	24.4662	22.5719	2.4662	0.5719	1.89435	0.11210	0.02599	0.08611	0.2598
25-mar-94	22.00	29.2369	27.8951	7.2369	5.8951	1.34174	0.32895	0.26796	0.06099	0.3411
1-abr-94	22.00	22.1358	20.0234	0.1358	1.9766	-1.84081	0.00617	0.08985	-0.08367	0.2192
8-abr-94	22.00	14.1304	10.6614	7.8696	11.3386	-3.46904	0.35771	0.51539	-0.15768	0.0769
15-abr-94	14.00	15.7427	13.5627	1.7427	0.4373	1.30540	0.12448	0.03124	0.09324	0.1176
22-abr-94	14.00	15.3586	13.1841	1.3586	0.8159	0.54272	0.09704	0.05828	0.03877	0.1030
29-abr-94	14.00	17.0102	15.1585	3.0102	1.1585	1.85168	0.21501	0.08275	0.13226	0.1393
6-may-94	14.00	13.5805	11.0080	0.4195	2.9920	-2.57255	0.02996	0.21372	-0.18375	0.0782
13-may-94	14.00	15.3085	13.4209	1.3085	0.5791	0.72946	0.09347	0.04136	0.05210	0.1162
20-may-94	21.40	23.0743	22.2711	1.6743	0.8711	0.80314	0.07824	0.04071	0.03753	0.2491
27-may-94	24.00	24.8111	24.4046	0.8111	0.4046	0.40649	0.03380	0.01686	0.01694	0.2856
3-jun-94	25.50	25.5976	25.2327	0.0976	0.6273	-0.16977	0.00383	0.01048	-0.00666	0.3017
10-jun-94	25.00	19.7119	18.9348	5.2881	6.0652	-0.77715	0.21152	0.24261	-0.03109	0.2126
17-jun-94	25.00	17.0694	16.2485	7.9306	8.7515	-0.82091	0.31722	0.35006	-0.03284	0.1746
24-jun-94	25.00	16.0883	15.2189	8.9117	9.7811	-0.86943	0.35647	0.39124	-0.03478	0.1614
1-jul-94	25.00	17.7436	17.0688	7.2564	7.9312	-0.67479	0.29025	0.31725	-0.02699	0.1907
8-jul-94	20.75	20.8769	20.4474	0.1269	0.3026	-0.17569	0.00612	0.01458	-0.00847	0.2418
15-jul-94	20.75	20.2022	19.7581	0.5478	0.2919	-0.44409	0.02640	0.04780	-0.02140	0.2316
22-jul-94	20.75	18.8242	18.2828	1.9258	2.4672	-0.54142	0.09281	0.11890	-0.02609	0.2126
29-jul-94	20.75	24.4847	24.2561	3.7347	3.5061	0.22855	0.17999	0.16897	0.01101	0.3061
5-ago-94	20.75	33.0454	33.0073	12.2954	12.2573	0.03812	0.59255	0.59071	0.00184	0.4369
12-ago-94	20.75	31.1459	31.1378	10.3959	10.3878	0.00808	0.50101	0.50062	0.00039	0.4136
19-ago-94	20.75	34.6166	34.6134	13.8666	13.8634	0.00324	0.66827	0.66811	0.00016	0.4688
26-ago-94	20.75	37.5882	37.5873	16.8382	16.8373	0.00091	0.81148	0.81144	0.00004	0.5138
2-sep-94	20.75	33.6620	33.6600	12.9120	12.9100	0.00192	0.62226	0.62217	0.00009	0.4586
9-sep-94	20.75	38.4673	38.4670	17.1173	17.1170	0.00025	0.85385	0.85383	0.00002	0.5298
16-sep-94	20.75	38.9099	38.9099	18.1599	18.1599	0.00004	0.87518	0.87517	0.00000	0.5385
23-sep-94	20.75	41.8369	41.8369	21.0869	21.0869	0.00001	1.01624	1.01624	0.00000	0.5849
30-sep-94	20.75	41.7891	41.7891	21.0391	21.0391	0.00000	1.01393	1.01393	0.00000	0.5878
7-oct-94	20.75	36.0748	36.0747	15.3248	15.3247	0.00005	0.73854	0.73854	0.00000	0.5065
14-oct-94	20.75	42.7128	42.7128	21.9628	21.9628	0.00000	1.05845	1.05845	0.00000	0.6052
21-oct-94	28.20	39.5686	39.5686	11.3686	11.3686	0.00000	0.40314	0.40314	0.00000	0.5617
28-oct-94	28.20	36.6051	36.6051	8.4051	8.4051	0.00000	0.29805	0.29805	0.00000	0.5210
4-nov-94	28.20	37.9166	37.9166	9.7166	9.7166	0.00000	0.34456	0.34456	0.00000	0.5428
11-nov-94	20.75	37.4335	37.4335	16.6835	16.6835	0.00000	0.80402	0.80402	0.00000	0.5385
PROMEDIO				7.17750	7.07497	0.10253	0.32994	0.32050	0.00944	

Coefficientes de Correlación

B&S vs M Sreev vs M PED vs M
 0.437118196 0.4280601 0.3734507

B&S vs PED Sreev vs PED B&S vs Sreev
 0.9832648 0.9937023 0.9959435



RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F	Fa,d1,d2
Columna 1	46	330.1651685	7.177503662	42.5057032	0.948308362	1.641517144
Columna 2	46	325.4488252	7.074974462	44.82265991		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de los cuadrados	F	Fa,d1,d2
Entre grupos	0.24178145	1	0.24178145	0.005537295	3.946865945
Dentro de los grup	3929.77634	90	43.66418156		
Total	3930.018122	91			

FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

Estadísticas de la regresión		Media de Volat. Futura (Y)	0.31100
Coefficiente de correlación múltiple	0.34425148	Durbin-Watson	0.21884
Coefficiente de determinación R ²	0.118509082	Coefficiente de Variación	18.89904
R ² ajustado	0.088475197	Var-Cov de B1_B2	-0.00468
Error típico	0.052556807	Var B1	0.00189
Observaciones	46	Var B2	0.01194

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.016339712	0.016339712	5.91543201	0.019145899
Residuos	44	0.121537589	0.002762218		
Total	45	0.137877301			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.206900386	0.043498935	4.756447155	2.1458E-05	0.119234046	0.29456673
HISTÓRICA	0.265755883	0.10926716	2.432166115	0.0191459	0.045542401	0.48556937

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T α,n-2	T α, n-2
Intercepción (α=0)	0.206900386	0.043498935	4.756447155	1.68023007	2.0153675
HISTÓRICA (α=1)	0.265755883	0.10926716	-6.719714493		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	e(t)-e(t-1) ²	e(t) ²
1	0.282600776	0.103133133		0.010836443
2	0.28448888	0.10527814	4.6011E-06	0.011083487
3	0.292241791	0.101879034	1.1554E-05	0.010379348
4	0.292296563	0.100224344	2.7382E-06	0.010044919
5	0.313138975	0.083581208	0.00027699	0.006985818
6	0.312701613	0.050140889	0.00111825	0.002514109
7	0.31196782	0.052323415	4.7634E-06	0.00273774
8	0.329627423	0.039162364	0.00017321	0.001533691
9	0.333695737	0.023169213	0.00025573	0.000536812
10	0.32961811	0.029629062	4.173E-05	0.000877881
11	0.319448728	0.040226548	0.00011231	0.001618175
12	0.315909888	0.048845716	7.429E-05	0.002385904
13	0.319488839	0.050494774	2.7194E-06	0.002549722
14	0.329936204	0.038308479	0.00014851	0.00148754
15	0.339140516	0.012536266	0.00066421	0.000157158
16	0.341257236	-0.022404631	0.00122087	0.000501967
17	0.341247222	-0.019184851	1.0367E-05	0.000368059
18	0.339819445	-0.013617038	3.1001E-05	0.000185424
19	0.342237605	-0.011762768	3.4383E-06	0.000138363
20	0.314253862	0.007189172	0.00035918	5.18842E-05
21	0.328926678	-0.003080223	0.00010546	9.48777E-06
22	0.330189869	-0.033681999	0.00093525	0.00113313
23	0.322243138	-0.021451056	0.00014911	0.000460148
24	0.32632058	-0.019233931	4.9156E-06	0.000369944
25	0.325448172	-0.035228462	0.00025583	0.001241045
26	0.325446782	-0.035644485	1.7308E-07	0.001270529
27	0.326397242	-0.031626911	1.6141E-05	0.001000261
28	0.323822462	-0.02223094	8.8284E-05	0.000494215
29	0.313694073	-0.008628942	0.00018501	7.44586E-05
30	0.294536405	0.017784146	0.00069765	0.000316276
31	0.299622046	0.018732655	8.9967E-07	0.000350912
32	0.3091214	-0.002988156	0.00047179	8.92908E-06
33	0.310111578	-0.054554306	0.00265907	0.002978172
34	0.302332548	-0.039727147	0.00021984	0.001578246
35	0.302191763	-0.039777866	2.5724E-09	0.001582279
36	0.292675854	-0.027146787	0.00015954	0.000736948
37	0.294202482	-0.028306547	1.345E-06	0.000801261
38	0.29425829	-0.040015488	0.0001371	0.001601239
39	0.282764752	-0.014322439	0.00066013	0.000205132
40	0.27564859	-0.009744333	2.0959E-05	9.4952E-05
41	0.285981391	0.002362475	0.00014657	5.58129E-06
42	0.28913099	-0.008639516	0.00012104	7.46412E-05
43	0.291484976	-0.125424075	0.01363863	0.015731199
44	0.293286141	-0.107423524	0.00032402	0.011539813
45	0.291812796	-0.074537023	0.0108152	0.00555768
46	0.286449954	-0.074637643	1.0124E-08	0.005570778

FUTURA vs. IMPLICITA

Resumen

Estadísticas de la regresión		Media de Volat. Futura (Y)	0.31100
Coefficiente de correlación múltiple	0.236120821	Durbin-Watson	0.20819
Coefficiente de determinación R ²	0.055753042	Coefficiente de Variación	17.49024
R ² ajustado	0.034292884	Var-Cov de B1_B2	-0.00109
Error típico	0.054395484	Var B1	0.00052
Observaciones	46	Var B2	0.00264

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.007687079	0.007687079	2.59797909	0.114151096
Residuos	44	0.130190222	0.002958869		
Total	45	0.137877301			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.276630951	0.022784248	12.14132458	1.2143E-15	0.230712318	0.32254958
IMPLICITA	0.082759706	0.05134535	1.611524771	0.11415111	-0.020720043	0.18623946

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T α , n-2	T α 2, n-2
Intercepción (H0=0)	0.276630951	0.022784248	12.14132458	1.68023007	2.0136875
IMPLICITA - (H1=1)	0.082759706	0.05134535	-17.36413568		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	(e(t)-e(t-1)) ²	e(t) ²
1	0.30711465	0.078622445		0.006181489
2	0.307677815	0.082089205	1.2018E-05	0.006738638
3	0.308072866	0.086048009	1.5872E-05	0.00740426
4	0.312518518	0.08000239	3.8555E-05	0.006400382
5	0.313766026	0.082954157	8.7129E-06	0.006881392
6	0.319014972	0.04382753	0.00153089	0.001920852
7	0.316123915	0.048167321	1.8834E-05	0.002320091
8	0.321693624	0.047106163	1.1261E-06	0.002218991
9	0.332603741	0.02426121	0.00052189	0.000588606
10	0.306461108	0.052798065	0.00081367	0.002786369
11	0.307949687	0.051725589	1.1246E-06	0.002675537
12	0.308737175	0.056018429	1.8428E-05	0.003138064
13	0.310411948	0.059571765	1.2626E-05	0.003548795
14	0.307948148	0.060296535	5.2529E-07	0.003635672
15	0.338661651	0.013015131	0.00223553	0.000169394
16	0.303207379	0.015645226	6.9174E-06	0.000244773
17	0.303638251	0.018424119	7.7222E-06	0.000339448
18	0.298595969	0.027606437	8.4315E-05	0.000782115
19	0.306090341	0.024384495	1.0331E-05	0.000594604
20	0.303304965	0.018138069	3.9018E-05	0.00032899
21	0.303385494	0.022460961	1.8687E-05	0.000504495
22	0.302077918	-0.005550048	0.00078462	3.0803E-05
23	0.301797106	-0.001005024	2.6575E-05	1.01007E-06
24	0.333457705	-0.026371056	0.00064344	0.000695433
25	0.344934103	-0.054714394	0.00080334	0.002993665
26	0.350193377	-0.060991031	3.2225E-05	0.003647083
27	0.34463254	-0.049662203	0.00011086	0.00248624
28	0.302266877	-0.000675355	0.00241935	4.56104E-07
29	0.30785143	-0.002756298	4.4561E-06	7.76346E-06
30	0.318716979	-0.006396428	1.3033E-05	4.09143E-05
31	0.30345058	0.014904121	0.00045371	0.00022133
32	0.307150559	-0.001017315	0.00025349	1.03493E-06
33	0.310944802	-0.055387529	0.00295612	0.00367778
34	0.305788944	-0.043183542	0.00014894	0.001684818
35	0.301755982	-0.039342084	1.4757E-05	0.0015478
36	0.309139759	-0.043610692	1.8221E-05	0.001901892
37	0.301793402	-0.035897467	5.9494E-05	0.001288628
38	0.301881075	-0.047638273	0.00013785	0.002269405
39	0.303059614	-0.0346173	0.00016955	0.001198357
40	0.304298853	-0.035394596	6.0419E-07	0.001252777
41	0.311328026	-0.022984161	0.00015402	0.000528272
42	0.30403588	-0.023544406	3.1387E-07	0.000554339
43	0.293370402	-0.127309501	0.0107672	0.016207709
44	0.306497737	-0.12063512	4.4547E-05	0.014552832
45	0.297672399	-0.080396626	0.00161914	0.006463617
46	0.301157178	-0.089344688	8.0071E-05	0.007982505

Clave: MSC410A
 Serie: DC301
 Bien de Referencia: Maveca B
 Fecha de Vencimiento: 20-oct-94

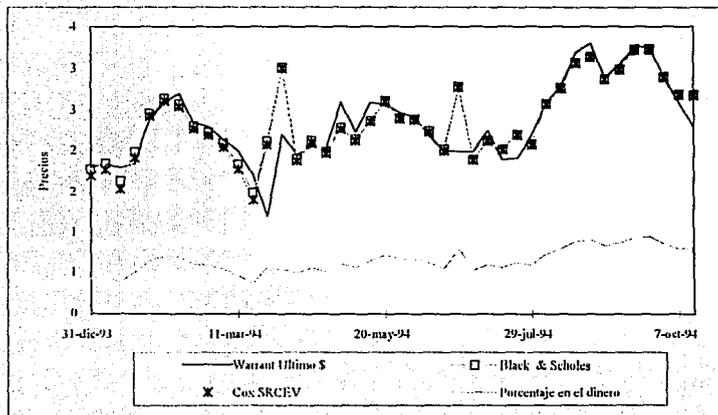
Fecha	Precio del		Precio de	Black &	Cox	Rt	Anual		Anual		Anual		
	Bien Suby.	Warrant					Historica	Volat.	Futura	Volat.	Implícita		
31-dic-93	4.82	1.80	3.38	1.784	1.702	16	0.0359	0.0606	0.2161	0.1708	0.4133	0.1894	0.4352
7-ene-94	4.90	1.85	3.38	1.851	1.775	17	0.0165	0.0608	0.2466	0.1738	0.4169	0.1775	0.4213
14-ene-94	4.66	1.80	3.38	1.634	1.538	18	-0.0502	0.0677	0.2603	0.1780	0.4219	0.1752	0.6125
21-ene-94	5.06	1.85	3.38	1.990	1.927	19	0.0824	0.0666	0.2581	0.1784	0.4223	0.1764	0.4280
28-ene-94	5.56	2.40	3.38	2.463	2.429	20	0.0942	0.0774	0.2783	0.1750	0.4183	0.1677	0.4095
4-feb-94	5.76	2.60	3.38	2.641	2.618	21	0.0351	0.0678	0.2604	0.1681	0.4099	0.1364	0.3603
11-feb-94	5.70	2.70	3.38	2.572	2.547	22	-0.0105	0.0736	0.2714	0.1711	0.4136	0.4195	0.6477
18-feb-94	5.44	2.35	3.38	2.309	2.274	23	-0.0167	0.0980	0.3001	0.1758	0.4192	0.2554	0.5054
25-feb-94	5.36	2.30	3.38	2.229	2.192	24	-0.0148	0.0935	0.3058	0.1773	0.4210	0.3083	0.5552
4-mar-94	5.22	2.15	3.38	2.095	2.052	25	-0.0265	0.1005	0.3171	0.1821	0.4268	0.2814	0.5304
11-mar-94	4.95	2.00	3.38	1.818	1.780	26	-0.0531	0.1053	0.3245	0.1863	0.4317	0.4424	0.6652
18-mar-94	4.59	1.72	3.38	1.495	1.412	27	-0.0755	0.1244	0.3527	0.1866	0.4320	0.5096	0.7138
25-mar-94	5.28	1.20	3.38	2.119	2.086	28	0.1400	0.1901	0.4360	0.1810	0.4254	0.1905	0.4365
1-abr-94	5.18	2.20	3.38	3.012	3.007	29	-0.0191	0.1927	0.4390	0.1552	0.3940	0.4885	0.6990
8-abr-94	5.04	1.97	3.38	1.912	1.885	30	-0.0274	0.1969	0.4438	0.1597	0.3997	0.2822	0.5312
15-abr-94	5.26	2.06	3.38	2.126	2.108	31	0.0127	0.1986	0.4457	0.1635	0.4044	0.2586	0.5085
22-abr-94	5.10	2.01	3.38	1.997	1.976	32	-0.0309	0.2027	0.4502	0.1671	0.4087	0.2529	0.5028
29-abr-94	5.42	2.60	3.38	2.284	2.271	33	0.0609	0.2018	0.4492	0.1710	0.4135	0.5682	0.9840
6-may-94	5.28	2.24	3.38	2.146	2.131	34	-0.0262	0.1844	0.4294	0.1714	0.4140	0.4316	0.6570
13-may-94	5.48	2.60	3.335	2.473	2.464	35	0.0197	0.1610	0.4012	0.1767	0.4203	0.8473	0.9205
20-may-94	5.74	2.58	3.335	2.620	2.615	36	0.0164	0.1643	0.4054	0.1799	0.4241	0.4164	0.6453
27-may-94	5.54	2.48	3.335	2.405	2.398	37	-0.0155	0.1685	0.4105	0.1817	0.4286	0.4751	0.6893
3-jun-94	5.54	2.42	3.335	2.392	2.385	38	0.0080	0.1603	0.4003	0.1892	0.4349	0.3283	0.5730
10-jun-94	5.40	2.20	3.335	2.245	2.235	39	-0.0256	0.1620	0.4025	0.1991	0.4462	0.3373	0.5808
17-jun-94	5.18	2.00	3.335	2.024	2.010	40	-0.0416	0.1659	0.4074	0.2076	0.4556	0.3744	0.6119
24-jun-94	5.96	2.00	3.335	2.786	2.783	41	0.1403	0.2188	0.4678	0.2128	0.4613	0.3670	0.6058
1-jul-94	5.08	2.00	3.335	1.902	1.895	42	-0.1598	0.2990	0.5468	0.1655	0.4068	0.5527	0.7434
8-jul-94	5.12	2.25	3.335	2.112	2.112	43	0.0462	0.2171	0.4870	0.0828	0.2877	0.7121	0.8419
15-jul-94	5.22	1.90	3.335	2.026	2.026	44	-0.0190	0.2371	0.4870	0.0834	0.2888	0.0918	0.3030
22-jul-94	5.40	1.92	3.335	2.197	2.197	45	0.0339	0.2371	0.4869	0.0869	0.2947	0.0983	0.3135
29-jul-94	5.30	2.20	3.335	2.085	2.085	46	-0.0187	0.2331	0.4828	0.0913	0.3021	0.8468	0.9202
5-ago-94	5.86	2.60	3.38	2.584	2.584	47	0.1004	0.2615	0.5113	0.0961	0.3100	0.4594	0.6778
12-ago-94	6.06	2.80	3.38	2.771	2.771	48	0.0336	0.2538	0.5037	0.0588	0.2425	0.6766	0.8226
19-ago-94	6.38	3.20	3.38	3.076	3.076	49	0.0515	0.2548	0.5048	0.0587	0.2422	0.0790	0.2810
26-ago-94	6.46	3.30	3.38	3.146	3.146	50	0.0125	0.2496	0.4996	0.0454	0.2130	0.0870	0.2950
2-sep-94	6.20	2.90	3.38	2.879	2.879	51	-0.0411	0.2511	0.5031	0.0484	0.2200	0.0930	0.3050
9-sep-94	6.32	3.06	3.38	2.993	2.993	52	0.0192	0.2470	0.4969	0.0472	0.2172	0.0583	0.2415
16-sep-94	6.56	3.26	3.38	3.225	3.225	53	0.0373	0.2493	0.4993	0.0489	0.2210	0.0739	0.2718
23-sep-94	6.58	3.26	3.38	3.233	3.233	54	0.0030	0.2443	0.4943	0.0257	0.1603	0.0388	0.1970
30-sep-94	6.26	2.90	3.38	2.904	2.904	55	-0.0499	0.2479	0.4979	0.0229	0.1514	0.0272	0.1648
7-oct-94	6.06	2.60	3.38	2.696	2.696	56	-0.0325	0.1876	0.4331	0.0140	0.1181	0.0174	0.1320
14-oct-94	6.06	2.30	3.38	2.688	2.688	57	0.0000	0.0852	0.2918	0.0104	0.1020	0.0128	0.1133

Fecha	Warrant Ultimo \$	Black & Scholes	Cox SRCEI	[W _{BS} -W _M]	[W _{SRCEI} -W _M]	Diferencias	[W _{BS} -W _M] W _M	[W _{SRCEI} -W _M] W _M	Diferencias	Porcentaje en el dinero
31-dic-93	1.80	1.7844	1.7022	0.0156	0.0978	-0.08215	0.00867	0.05431	-0.04564	0.4260
7-ene-94	1.85	1.8509	1.7748	0.0009	0.0752	-0.07433	0.00049	0.04067	-0.04018	0.4497
14-ene-94	1.80	1.6337	1.5383	0.1663	0.2617	-0.09547	0.09236	0.14540	-0.05304	0.3787
21-ene-94	1.85	1.9904	1.9274	0.1404	0.0774	0.06296	0.07590	0.04186	0.03403	0.4970
28-ene-94	2.40	2.4628	2.4293	0.0628	0.0293	0.03348	0.02615	0.01220	0.01395	0.6450
4-feb-94	2.60	2.6408	2.6176	0.0408	0.0176	0.02321	0.01568	0.00676	0.00893	0.7041
11-feb-94	2.70	2.5721	2.5473	0.1279	0.1527	-0.02488	0.04736	0.05657	-0.00921	0.6864
18-feb-94	2.35	2.3088	2.2742	0.0412	0.0758	-0.03457	0.01754	0.03225	-0.01471	0.6095
25-feb-94	2.30	2.2288	2.1925	0.0712	0.1075	-0.03634	0.03096	0.04676	-0.01580	0.5858
4-mar-94	2.15	2.0947	2.0521	0.0553	0.0979	-0.04255	0.02573	0.04552	-0.01979	0.5444
11-mar-94	2.00	1.8378	1.7803	0.1622	0.2197	-0.05741	0.08112	0.10983	-0.02871	0.4645
18-mar-94	1.72	1.4949	1.4116	0.2251	0.3084	-0.08330	0.13090	0.17933	-0.04483	0.3580
25-mar-94	1.20	2.1194	2.0858	0.9194	0.8858	0.03359	0.76614	0.73815	0.02799	0.5621
1-abr-94	2.20	3.0123	3.0071	0.8123	0.8071	0.00517	0.36922	0.36687	0.00235	0.5325
8-abr-94	1.97	1.9115	1.8846	0.0585	0.0854	-0.02692	0.02969	0.04335	-0.01366	0.4911
15-abr-94	2.06	2.1261	2.1076	0.0661	0.0476	0.01856	0.03210	0.02309	0.00901	0.5562
22-abr-94	2.03	1.9974	1.9764	0.0326	0.0536	-0.02094	0.01608	0.02640	-0.01032	0.5089
29-abr-94	2.60	2.2845	2.2714	0.3155	0.3286	-0.01307	0.12136	0.12639	-0.00503	0.6036
6-may-94	2.24	2.1458	2.1312	0.0942	0.1088	-0.01464	0.04205	0.04859	-0.00654	0.5621
13-may-94	2.60	2.3730	2.3639	0.2270	0.2361	-0.00916	0.08729	0.09081	-0.00352	0.6432
20-may-94	2.58	2.6201	2.6145	0.0401	0.0345	0.00556	0.01554	0.01339	0.00215	0.7211
27-may-94	2.48	2.4052	2.3976	0.0748	0.0824	-0.00760	0.03016	0.03323	-0.00307	0.6612
3-jun-94	2.42	2.3922	2.3848	0.0278	0.0352	-0.00743	0.01147	0.01454	-0.00307	0.6612
10-jun-94	2.20	2.2450	2.2353	0.0450	0.0353	0.00980	0.02048	0.01602	0.00445	0.6192
17-jun-94	2.00	2.0241	2.0100	0.0241	0.0100	0.01408	0.01205	0.00501	0.00704	0.5532
24-jun-94	2.00	2.7862	2.7830	0.7862	0.7830	0.00320	0.39312	0.39152	0.00160	0.7871
1-jul-94	2.00	1.9015	1.8952	0.0985	0.1048	-0.00630	0.04924	0.05239	-0.00315	0.5232
8-jul-94	2.25	2.1319	2.1318	0.1181	0.1182	-0.00008	0.05249	0.05253	-0.00003	0.5952
15-jul-94	1.90	2.0264	2.0263	0.1264	0.1263	0.00008	0.06654	0.06650	0.00004	0.5652
22-jul-94	1.92	2.1974	2.1973	0.2774	0.2773	0.00003	0.14446	0.14444	0.00002	0.6192
29-jul-94	2.20	2.0846	2.0845	0.1154	0.1155	-0.00004	0.05247	0.05249	-0.00002	0.5892
5-ago-94	2.60	2.5838	2.5838	0.0162	0.0162	0.00000	0.00624	0.00625	0.00000	0.7337
12-ago-94	2.80	2.7707	2.7707	0.0293	0.0293	0.00000	0.01047	0.01047	0.00000	0.7929
19-ago-94	3.20	3.0759	3.0759	0.1241	0.1241	0.00000	0.03880	0.03880	0.00000	0.8876
26-ago-94	3.30	3.1464	3.1464	0.1536	0.1536	0.00000	0.04653	0.04653	0.00000	0.9112
2-sep-94	2.90	2.8793	2.8793	0.0207	0.0207	0.00000	0.00713	0.00713	0.00000	0.8343
9-sep-94	3.06	2.9930	2.9930	0.0670	0.0670	0.00000	0.02190	0.02190	0.00000	0.8698
16-sep-94	3.26	3.2247	3.2247	0.0353	0.0353	0.00000	0.01083	0.01083	0.00000	0.9408
23-sep-94	3.26	3.2325	3.2325	0.0275	0.0275	0.00000	0.00843	0.00843	0.00000	0.9467
30-sep-94	2.90	2.9039	2.9039	0.0039	0.0039	0.00000	0.00136	0.00136	0.00000	0.8521
7-oct-94	2.60	2.6960	2.6960	0.0960	0.0960	0.00000	0.03691	0.03691	0.00000	0.7929
14-oct-94	2.30	2.6881	2.6881	0.3881	0.3881	0.00000	0.16874	0.16874	0.00000	0.7929
PROMEDIO				0.15074	0.16091	-0.01018	0.07672	0.08177	-0.00506	

Coefficientes de Correlación

B&S vs M	Srcev vs M	PED vs M
0.844632623	0.84339319	0.862597195

B&S vs PED	Srcev vs PED	B&S vs Srcev
0.934524818	0.938530876	0.999151569



RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F'	F α ,d1,d2
Columna 1	42	6.330941533	0.150736703	0.044914166	1.032931815	1.681645045
Columna 2	42	6.758420241	0.160914768	0.043482218		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de los cuadrados	F'	F α ,d1,d2
Entre grupos	0.002175453	1	0.002175453	0.049220406	3.957381978
Dentro de los grup	3.624251726	82	0.044198192		
Total	3.626427179	83			

FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

Estadísticas de la regresión		Media de Volat. Futura (Y)	
Coefficiente de correlación múltiple	0.456079334	Durbin-Watson	0.14787
Coefficiente de determinación R ²	0.208008359	Coefficiente de Variación	26.66048
R ² ajustado	0.188208568	Var-Cov de B1_B2	-0.01045
Error típico	0.093664588	Var B1	0.00447
Observaciones	42	Var B2	0.02562

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.092166064	0.092166064	10.50558356	0.002400957
Residuos	40	0.350922204	0.008773055		
Total	41	0.443088268			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.562991335	0.066884863	8.417320545	2.16825E-10	0.427812038	0.698170632
HISTÓRICA	-0.51878542	0.160059068	-3.241231797	0.002400957	-0.842279857	-0.195297223

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T α, n-2	T α 2, n-2
Intercepción (α=0)	0.562991335	0.066884863	8.417320545	1.683852133	2.021074579
HISTÓRICA (α=1)	-0.51878542	0.160059068	-9.488525285		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	e(t)-e(t-1) ²	e(t) ²
1	0.435327565	-0.022068409		0.000487015
2	0.435073292	-0.018196785	1.49895E-05	0.000331123
3	0.427973586	-0.006115837	0.000145949	3.74035E-05
4	0.429068865	-0.006742074	3.82173E-07	4.54556E-05
5	0.418631634	-0.000357627	4.07812E-05	1.27897E-07
6	0.427883233	-0.017943979	0.00030929	0.000321866
7	0.422215029	-0.008601394	8.72939E-05	7.3994E-05
8	0.40732824	0.011805825	0.000420546	0.000141749
9	0.404342241	0.016697903	2.2964E-05	0.00027882
10	0.398488832	0.02928915	0.000134357	0.000800276
11	0.394642142	0.037027715	7.63625E-05	0.001371052
12	0.379991165	0.052038347	0.000225319	0.00270799
13	0.336784773	0.086607364	0.001337293	0.007851265
14	0.335259225	0.058749793	0.000891475	0.003451538
15	0.3327675	0.066894554	6.63371E-05	0.004474881
16	0.331771366	0.072619669	3.27769E-05	0.005273616
17	0.329437019	0.079307664	4.47293E-05	0.006289706
18	0.329937593	0.08355723	1.80588E-05	0.006981811
19	0.34023655	0.073776336	9.56659E-05	0.005442948
20	0.354825103	0.065519375	6.81774E-05	0.004292788
21	0.352690865	0.071445109	3.51143E-05	0.005104003
22	0.350006663	0.075600868	5.12049E-05	0.006178097
23	0.355295516	0.075625629	1.05013E-06	0.006340241
24	0.354162548	0.092021644	0.000153661	0.008467983
25	0.351653539	0.103943397	0.000142128	0.01080423
26	0.320307453	0.140955992	0.001369932	0.019888592
27	0.279331059	0.127488178	0.000181382	0.016253236
28	0.310354403	-0.022677218	0.022549646	0.000514256
29	0.310366114	-0.02153434	1.30617E-06	0.000463728
30	0.310399849	-0.015660991	3.44962E-05	0.000245267
31	0.312506288	-0.010397739	2.77018E-05	0.000108113
32	0.297712059	0.012285618	0.000514535	0.000150936
33	0.301652261	-0.059182027	0.005107624	0.003502512
34	0.30112377	-0.058879575	9.14771E-08	0.003466804
35	0.303819144	-0.090798279	0.000188004	0.008244327
36	0.301998746	-0.082039297	7.67198E-05	0.006730446
37	0.305179677	-0.087975882	3.5243E-05	0.00739756
38	0.303938105	-0.082911553	2.56474E-05	0.006874326
39	0.306548082	-0.14620299	0.004005806	0.021375314
40	0.304667165	-0.153278973	5.00837E-05	0.02349475
41	0.338293532	-0.220174937	0.004474936	0.048477003
42	0.411600247	-0.309616457	0.007999785	0.09586235

FUTURA vs. IMPLÍCITA

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.59732489
Coefficiente de determinación R ²	0.356797024
R ² ajustado	0.340716949
Error típico	0.084409077
Observaciones	42

Media de Volat. Futura (Y)	0.35132
Durbin-Watson	0.88893
Coefficiente de Variación	24.02601
Var-Cov de B1_B2	-0.00185
Var B1	0.00113
Var B2	0.00355

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.158092575	0.158092575	22.18876696	2.9642E-05
Residuos	40	0.284995693	0.007124892		
Total	41	0.443088268			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.205316642	0.033621412	6.106722731	3.34556E-07	0.137365261	0.273268024
IMPLÍCITA	0.280567326	0.05956217	4.710495405	2.9642E-05	0.160187739	0.400946913

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T α , n-2	T $\alpha/2$, n-2
Intercepción (H ₀ =0)	0.205316642	0.033621412	6.106722731	1.683852133	2.021074579
IMPLÍCITA (H ₁ =1)	0.280567326	0.05956217	-12.07368451		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	$(e(t) - e(t-1))^2$	$e(t)^2$
1	0.327429113	0.085330043		0.007366796
2	0.323510119	0.093366383	5.67965E-05	0.008717282
3	0.377176844	0.044680905	0.002370276	0.001996383
4	0.323146183	0.099180608	0.002970218	0.009836793
5	0.320214917	0.098059091	1.2578E-06	0.009615685
6	0.308930573	0.101008771	8.70061E-06	0.010202772
7	0.387036038	0.026577597	0.00554	0.000706369
8	0.347115006	0.072119958	0.002074025	0.005201159
9	0.361097719	0.059942425	0.00014827	0.003593094
10	0.354128391	0.072649591	0.000161472	0.005277963
11	0.391938815	0.039731042	0.001083631	0.001578556
12	0.40559486	0.026434652	0.000176794	0.000689791
13	0.327756449	0.097605688	0.005055316	0.009526887
14	0.401422474	-0.007413457	0.011028021	5.49593E-05
15	0.354363154	0.045298899	0.002778592	0.00205199
16	0.347996212	0.056394323	0.00012312	0.003180376
17	0.34639842	0.062346262	3.54196E-05	0.003887056
18	0.481334593	-0.06783977	0.016691424	0.004609021
19	0.389636302	0.024376583	0.00851308	0.000594218
20	0.463578557	-0.043231079	0.004570796	0.001868926
21	0.386372527	0.037763446	0.006560113	0.001426078
22	0.398713293	0.029894239	6.19244E-05	0.000893666
23	0.366069196	0.065851949	0.001517703	0.004740591
24	0.368271127	0.077913065	8.21038E-05	0.006070446
25	0.376983636	0.078613301	4.90331E-07	0.006180051
26	0.375277511	0.085985935	5.43557E-05	0.007393581
27	0.413895812	-0.007076575	0.008660631	5.00779E-05
28	0.442081268	-0.154404082	0.021705394	0.023840621
29	0.29031725	-0.001485477	0.0233841	2.20664E-06
30	0.293261503	0.001477354	8.77837E-06	2.18258E-06
31	0.483503232	-0.161394683	0.0265273	0.026048244
32	0.395486002	-0.08548325	0.005781775	0.007308254
33	0.436097681	-0.193627447	0.01169407	0.037491588
34	0.294155403	-0.041911208	0.023017817	0.001756549
35	0.288059102	-0.075064237	0.001099123	0.00563464
36	0.290887369	-0.07092792	1.71091E-05	0.00503077
37	0.273071841	-0.055868046	0.0002268	0.003121239
38	0.281587961	-0.060561409	2.20277E-05	0.003667684
39	0.260579837	-0.100234744	0.001573974	0.010047004
40	0.251581163	-0.100173971	3.69341E-09	0.010034824
41	0.242342981	-0.124224386	0.000578422	0.015431698
42	0.237105689	-0.135124899	0.000118821	0.018256738

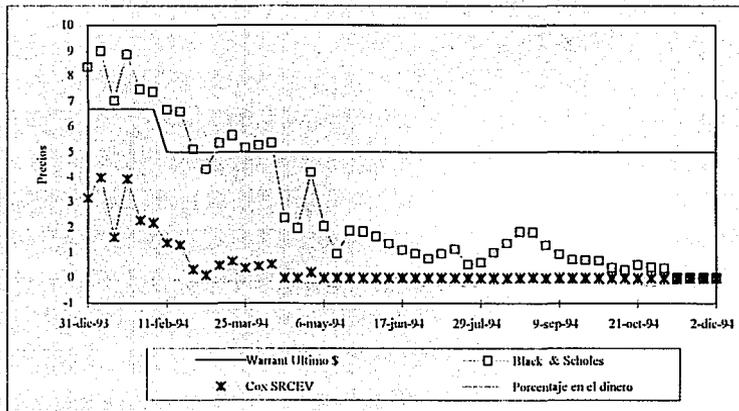
Clave: TMM412A
 Serie: DC302
 Bien de Referencia: TMM I.
 Fecha de Vencimiento: 9-dic-94

Fecha	Precio del Bien Subv.		Precio de Ejercicio	Black & Scholes	Cov SRCEV	Ri	Anual		Anual		Anual		
	Ultimo \$	Warrant					Historica	Volat.	Futura	Volat.	Implicita		
31-dic-93	35.00	6.70	35.2	8.371	3.183	16	-0.0226	0.1639	0.4048	0.2803	0.5294	0.2137	0.4623
7-ene-94	36.00	6.70	35.2	9.008	4.002	17	0.0282	0.1589	0.3986	0.2859	0.5347	0.2467	0.4967
14-ene-94	33.00	6.70	35.2	7.043	1.647	18	-0.0870	0.1927	0.4390	0.2905	0.5390	0.2604	0.5103
21-ene-94	36.00	6.70	35.2	8.885	3.944	19	0.0870	0.2159	0.4646	0.2897	0.5383	0.2534	0.5034
28-ene-94	34.00	6.70	35.2	7.467	2.285	20	-0.0572	0.2205	0.4695	0.2858	0.5346	0.2208	0.4699
4-feb-94	34.00	6.70	35.2	7.378	2.186	21	0.0000	0.2181	0.4670	0.2895	0.5380	0.2605	0.5104
11-feb-94	32.95	5.02	35.2	6.673	1.412	22	-0.0314	0.1966	0.4433	0.2961	0.5442	0.2168	0.4656
18-feb-94	32.95	5.02	35.2	6.604	1.328	23	0.0000	0.1704	0.4128	0.3025	0.5500	0.2277	0.4772
25-feb-94	30.40	5.02	35.2	5.130	0.334	24	-0.0805	0.1149	0.3390	0.3098	0.5566	0.2984	0.5463
4-mar-94	29.00	5.02	35.2	4.334	0.113	25	-0.0471	0.1086	0.3296	0.3104	0.5572	0.2987	0.5466
11-mar-94	31.00	5.02	35.2	5.369	0.472	26	0.0667	0.1302	0.3608	0.3160	0.5622	0.3058	0.5530
18-mar-94	31.70	5.02	35.2	5.650	0.652	27	0.0223	0.1316	0.3628	0.3172	0.5632	0.3044	0.5518
25-mar-94	31.00	5.02	35.2	5.194	0.393	28	-0.0223	0.1272	0.3566	0.3246	0.5697	0.3058	0.5529
1-abr-94	31.00	5.02	35.2	5.296	0.465	29	0.0000	0.1256	0.3543	0.3333	0.5773	0.3284	0.5730
8-abr-94	31.00	5.02	35.2	5.385	0.533	30	0.0000	0.1243	0.3526	0.3427	0.5854	0.3534	0.5944
15-abr-94	24.60	5.02	35.2	2.389	0.001	31	-0.2312	0.2954	0.5435	0.3527	0.5939	0.8252	0.9084
22-abr-94	24.70	5.02	35.2	1.981	0.000	32	0.0041	0.2881	0.5368	0.2821	0.5311	0.7982	0.8934
29-abr-94	30.00	5.02	35.2	4.210	0.221	33	0.1944	0.4333	0.6582	0.2908	0.5393	0.3011	0.5488
6-may-94	26.40	5.02	35.2	2.063	0.001	34	-0.1278	0.4443	0.6665	0.2343	0.4840	0.6531	0.8082
13-may-94	23.41	5.02	35.2	0.963	0.000	35	-0.1202	0.4751	0.6893	0.2159	0.4647	1.1010	1.0493
20-may-94	27.20	5.02	35.2	1.886	0.001	36	0.1501	0.5809	0.7622	0.1980	0.4449	0.6150	0.7842
27-may-94	28.30	5.02	35.2	1.855	0.002	37	0.0396	0.5897	0.7679	0.1622	0.4028	0.5131	0.7163
3-jun-94	27.95	5.02	35.2	1.655	0.001	38	-0.0124	0.5893	0.7677	0.1644	0.4055	0.5971	0.7727
10-jun-94	27.20	5.02	35.2	1.382	0.000	39	-0.0272	0.5716	0.7560	0.1706	0.4131	0.7409	0.8608
17-jun-94	26.30	5.02	35.2	1.105	0.000	40	-0.0336	0.5683	0.7538	0.1764	0.4201	0.9150	0.9565
24-jun-94	25.80	5.02	35.2	0.952	0.000	41	-0.0192	0.5471	0.7397	0.1819	0.4265	1.0442	1.0218
1-jul-94	25.00	5.02	35.2	0.756	0.000	42	-0.0315	0.5433	0.7371	0.1893	0.4351	1.2415	1.1142
8-jul-94	26.00	5.02	35.2	0.965	0.000	43	0.0392	0.5535	0.7440	0.1959	0.4426	1.1212	1.0589
15-jul-94	26.80	5.02	35.2	1.152	0.000	44	0.0303	0.5593	0.7479	0.2008	0.4482	1.0222	1.0110
22-jul-94	24.00	5.02	35.2	0.512	0.000	45	-0.1101	0.5936	0.7704	0.2078	0.4558	1.6581	1.2877
29-jul-94	25.40	5.02	35.2	0.593	0.000	46	0.0567	0.4229	0.6501	0.1869	0.4324	1.4740	1.2141
5-ago-94	27.70	5.02	35.2	1.022	0.000	47	0.0867	0.4477	0.6691	0.1876	0.4331	1.0963	1.0470
12-ago-94	29.60	5.02	35.2	1.392	0.000	48	0.0663	0.3269	0.5718	0.1726	0.4155	0.7827	0.8847
19-ago-94	31.30	5.02	35.2	1.842	0.012	49	0.0558	0.2707	0.5203	0.1644	0.4055	0.4956	0.7040
26-ago-94	31.70	5.02	35.2	1.835	0.017	50	0.0127	0.2020	0.4495	0.1583	0.3978	0.4624	0.6800
2-sep-94	30.45	5.02	35.2	1.317	0.001	51	-0.0402	0.1440	0.3795	0.1662	0.4076	0.8051	0.8973
9-sep-94	29.30	5.02	35.2	0.942	0.000	52	-0.0385	0.1465	0.3828	0.1769	0.4206	1.1811	1.0868
16-sep-94	28.50	5.02	35.2	0.716	0.000	53	-0.0277	0.1490	0.3860	0.1895	0.4353	1.5357	1.2392
23-sep-94	28.50	5.02	35.2	0.689	0.000	54	0.0000	0.1458	0.3819	0.2060	0.4538	1.7147	1.3095
30-sep-94	28.50	5.02	35.2	0.674	0.000	55	0.0000	0.1405	0.3749	0.2254	0.4748	1.9247	1.3873
7-oct-94	27.00	5.02	35.2	0.385	0.000	56	-0.0541	0.1511	0.3887	0.2489	0.4989	2.6829	1.6380
14-oct-94	26.50	5.02	35.2	0.291	0.000	57	-0.0187	0.1484	0.3852	0.2702	0.5198	3.2360	1.7989
21-oct-94	28.00	5.02	35.2	0.506	0.000	58	0.0551	0.1534	0.3917	0.3085	0.5554	3.0277	1.7400
28-oct-94	25.00	5.02	35.2	0.405	0.000	59	-0.1133	0.1979	0.4448	0.3149	0.5611	3.5409	1.8817
4-nov-94	28.10	5.02	35.2	0.365	0.000	60	0.1169	0.1985	0.4455	0.2767	0.5260	3.6580	1.9126
11-nov-94	28.00	5.02	35.2	0.009	0.000	61	-0.0036	0.1904	0.4363	0.1072	0.3274	3.7586	1.9387
18-nov-94	25.50	5.02	35.2	0.000	0.000	62	-0.0935	0.1956	0.4421	0.1259	0.3549	0.1043	0.1229
25-nov-94	25.00	5.02	35.2	0.000	0.000	63	-0.0198	0.1753	0.4187	0.0841	0.2900	0.1519	0.3923
2-dic-94	25.50	5.02	35.2	0.000	0.000	64	0.0198	0.1619	0.4023	0.1682	0.4101	0.2704	0.5200

Coefficientes de Correlación

B&S vs M Srcev vs M PED vs M
 0.724819466 0.899970651 0.675386362

B&S vs PED Srcev vs PED B&S vs Srcev
 0.862212084 0.791007517 0.856487117



RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F	Fa,d1,d2
Columna 1	49	147.6507984	3.0132816	2.650635057	8.417225014	1.615369172
Columna 2	49	232.8548519	4.752139834	0.314906047		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de los cuadrados	F	Fa,d1,d2
Entre grupos	74.07888499	1	74.07888499	49.95977624	3.940158422
Dentro de los grupos	142.345973	96	1.482770552		
Total	216.424858	97			

FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.390186824
Coefficiente de determinación R ²	0.152245758
R ² ajustado	0.134208433
Error típico	0.068284631
Observaciones	49

Media de Volat. Futura (Y)	0.47974
Durbin-Watson	0.37209
Coefficiente de Variación	14.23374
Var-Cov de B1_B2	-0.00213
Var B1	0.00118
Var B2	0.00415

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.039356731	0.039356731	8.440595452	0.00557827
Residuos	47	0.219151167	0.004662791		
Total	48	0.258507898			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.575628133	0.034417012	16.72510478	2.02835E-21	0.508390101	0.644866165
HISTÓRICA	-0.187059869	0.064386391	-2.905270289	0.00557827	-0.316588459	-0.05753128

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T $\alpha, n-2$	T $\alpha, n-2$
Intercepción ($\alpha=0$)	0.575628133	0.034417012	16.72510478	1.677926775	2.011738616
HISTÓRICA ($\alpha=1$)	-0.187059869	0.064386391	-13.43650261		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	$(e(t) - e(t-1))^2$	$e(t)^2$
1	0.499908918	0.029534643		0.000872295
2	0.501057193	0.033652621	1.89577E-05	0.001132499
3	0.493504126	0.045517784	0.000140782	0.002071869
4	0.488712068	0.049558249	1.63254E-05	0.002456602
5	0.487794227	0.046797449	7.62202E-06	0.002199001
6	0.48326783	0.049747036	5.70007E-06	0.002474768
7	0.492696975	0.051469844	2.96807E-06	0.002649145
8	0.498413845	0.051559872	8.10496E-09	0.00265842
9	0.512218739	0.043358202	5.18664E-05	0.001967685
10	0.513976169	0.043181959	1.38355E-06	0.001864682
11	0.508131332	0.054047033	0.00011805	0.002921082
12	0.507765249	0.055441594	1.9448E-06	0.00307377
13	0.508913434	0.060797856	2.86895E-05	0.003696379
14	0.509343968	0.067936471	5.09598E-05	0.004815364
15	0.509671764	0.075735081	6.08183E-05	0.005735803
16	0.473962623	0.119923825	0.001952645	0.014381724
17	0.475216525	0.055867853	0.004103193	0.003121195
18	0.452498955	0.088784066	0.000955825	0.007531474
19	0.450945017	0.033050257	0.002887322	0.001092319
20	0.446887081	0.017989129	0.00022683	0.000323909
21	0.433053575	0.011863137	3.75278E-05	0.000140734
22	0.431979981	-0.029189659	0.001685332	0.000852036
23	0.432028793	-0.026573425	8.84468E-06	0.000706147
24	0.434202643	-0.0211316	2.96135E-05	0.000446545
25	0.434817986	-0.014559633	4.31907E-05	0.000211983
26	0.437265134	-0.010735377	1.46249E-05	0.000115248
27	0.437743802	-0.002692941	8.46808E-05	7.25193E-06
28	0.438480455	0.008112847	7.75419E-05	3.73669E-05
29	0.435730239	0.012429981	3.99062E-05	0.000154504
30	0.431509766	0.024288069	0.000140814	0.00058991
31	0.453985833	-0.021611906	0.002106808	0.000467074
32	0.450462997	-0.017382749	1.78858E-05	0.00030216
33	0.468873702	-0.053184269	0.001281749	0.002828667
34	0.478308506	-0.07282095	0.000385599	0.005302891
35	0.491550029	-0.093731777	0.000437263	0.008785646
36	0.50464212	-0.097010922	1.07528E-05	0.00941119
37	0.504022935	-0.08339171	0.000185483	0.006954177
38	0.503420527	-0.068083363	0.000234345	0.004635344
39	0.504195548	-0.050361318	0.000314071	0.002536262
40	0.505499648	-0.030734808	0.0003852	0.000944628
41	0.50290907	-0.004015215	0.000713937	1.8122E-05
42	0.503565575	0.016225345	0.00040968	0.000263262
43	0.502355162	0.053088404	0.001358885	0.002818379
44	0.492414574	0.068727623	0.000244585	0.004723486
45	0.492296102	0.033727467	0.001225011	0.001137542
46	0.494011364	-0.166627808	0.040142238	0.027764827
47	0.492396513	-0.138006992	0.000819151	0.01804593
48	0.497297868	-0.207302234	0.004801831	0.042974216
49	0.500364951	-0.090284838	0.013697752	0.008147741

FUTURA vs. IMPLICITA

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>		<i>Medida de Volat. Futura (Y)</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.117973364	Durbin-Watson	0.29686
Coefficiente de determinación R ²	0.013917715	Coefficiente de Variación	15.35114
R ² ajustado	-0.00706276	Var-Cov de B1_B2	-0.00053
Error típico	0.073645219	Var B1	0.00059
Observaciones	49	Var B2	0.00058

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.003597839	0.003597839	0.66338511	0.419482212
Residuos	47	0.254910059	0.005423618		
Total	48	0.258507898			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	0.497504657	0.024218416	20.54241089	4.05015E-25	0.448783534	0.54622573
IMPLICITA	-0.019695732	0.024182201	-0.814472289	0.419482212	-0.068343999	0.028952534

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>T_{α, n-2}</i>	<i>T_{α/2, n-2}</i>
Intercepción (H ₀ =0)	0.497504657	0.024218416	20.54241089	1.677926775	2.011738616
IMPLICITA (H ₁ =1)	-0.019695732	0.024182201	-42.16720188		

Análisis de los residuales

<i>Observación</i>	<i>Predicción FUTURA</i>	<i>Residuos</i>	<i>(e(t)-e(t-1))^2</i>	<i>e(t)^2</i>
1	0.488399696	0.041043863		0.001684599
2	0.487722398	0.046987416	3.53258E-05	0.002207817
3	0.487453728	0.051568182	2.09834E-05	0.002659277
4	0.487590246	0.05068007	7.88743E-07	0.002568847
5	0.488249466	0.046342209	1.8817E-05	0.0021476
6	0.487451269	0.050563597	1.78201E-05	0.002556677
7	0.488338988	0.055832922	2.77658E-05	0.003117315
8	0.488105593	0.061868124	3.64237E-05	0.003827685
9	0.486745585	0.069831355	6.3413E-05	0.004878418
10	0.486739593	0.070418535	3.4478E-07	0.00495877
11	0.486613148	0.075565218	2.64883E-05	0.005710102
12	0.486637173	0.07659671	1.00893E-06	0.005862914
13	0.486613943	0.083097346	4.28106E-05	0.006805169
14	0.486218595	0.091061864	6.34335E-05	0.008292283
15	0.485798585	0.09860989	7.30705E-05	0.00992215
16	0.479613081	0.114273387	0.000215015	0.013056402
17	0.479907809	0.051176569	0.003981208	0.002619041
18	0.486696307	0.052586714	1.98851E-06	0.002785362
19	0.481537153	0.00240812	0.002517891	5.79904E-06
20	0.476838601	-0.01216241	0.0002123	0.000147924
21	0.482058584	-0.037141872	0.000623974	0.001379519
22	0.483396406	-0.080606083	0.001889138	0.006497341
23	0.482285317	-0.076829949	1.42592E-05	0.005902841
24	0.480551463	-0.08748042	8.74137E-05	0.004553607
25	0.478664912	-0.053860659	7.87454E-05	0.003434729
26	0.477378797	-0.05084904	6.01791E-05	0.002585625
27	0.475559348	-0.040508488	0.000106927	0.001640938
28	0.47664954	-0.034076237	4.13738E-05	0.00116119
29	0.477591511	-0.029431291	2.15755E-05	0.000866201
30	0.472143255	-0.018345421	0.00017124	0.000267173
31	0.473592483	-0.041218556	0.000618673	0.001698969
32	0.478882304	-0.043802056	6.87447E-06	0.00191862
33	0.450080115	-0.064590682	0.000432167	0.004171956
34	0.453639007	-0.078151451	0.000183894	0.006107649
35	0.484110884	-0.086292583	6.62781E-05	0.007446411
36	0.479832221	-0.072201024	0.000198572	0.005212988
37	0.47809961	-0.055468386	0.000279981	0.003076742
38	0.473096748	-0.037759584	0.000313602	0.001425786
39	0.471713981	-0.01787675	0.000395327	0.000319578
40	0.470180091	0.004584749	0.000504519	2.10199E-05
41	0.465243755	0.0338501	0.000844795	0.001132329
42	0.462074312	0.057718609	0.000579197	0.003331207
43	0.463233322	0.092210244	0.001188811	0.008502279
44	0.460442467	0.100899731	7.20714E-05	0.010140436
45	0.459834672	0.066189196	0.001190977	0.00438101
46	0.459320439	-0.131938884	0.039253944	0.017407341
47	0.491145056	-0.136255536	1.86508E-05	0.018565571
48	0.489777303	-0.199781871	0.00403557	0.039912716
49	0.487262933	-0.077162822	0.015035332	0.005954101

Clave: TMX404A
 Serie: DC201
 Bien de Referencia: Telmex * L
 Fecha de Vencimiento: 22-abr-94

NOTA: El warrant incluye 20 acciones de Telmex* L

Fecha	Precio del Bien Suby.	Warrant Ultimo \$	Precio de Ejercicio	Black & Scholes	Cox SRCEI		Rt	Anual		Anual		Anual	
								Varianza HISTORICA	Volat.	Varianza FUTURA	Volat.	Varianza IMPLICITA	Volat.
31-dic-93	209.00	58.70	152.5	61.260	61.181	16	0.0291	0.0481	0.2193	0.0696	0.2639	0.0782	0.2797
7-ene-94	210.00	61.00	152.5	61.909	61.848	17	0.0048	0.0489	0.2211	0.0705	0.2655	0.1092	0.3304
14-ene-94	202.00	58.00	152.5	53.807	53.673	18	-0.0388	0.0579	0.2406	0.0751	0.2741	0.3465	0.5887
21-ene-94	218.00	62.00	152.5	69.385	69.363	19	0.0762	0.0689	0.2624	0.0762	0.2760	0.1312	0.3621
28-ene-94	224.00	74.50	152.5	75.129	75.128	20	0.0272	0.0620	0.2490	0.0530	0.2302	0.0738	0.2717
4-feb-94	229.00	79.00	152.5	79.731	79.731	21	0.0221	0.0620	0.2490	0.0510	0.2257	0.0744	0.2728
11-feb-94	231.00	79.00	152.5	81.350	81.350	22	0.0087	0.0613	0.2477	0.0493	0.2220	0.0598	0.2445
18-feb-94	224.40	79.00	152.5	74.269	74.269	23	-0.0290	0.0519	0.2278	0.0510	0.2258	0.7803	0.8834
25-feb-94	216.00	79.00	152.5	65.568	65.567	24	-0.0382	0.0528	0.2299	0.0565	0.2377	1.7555	1.3250
4-mar-94	217.20	79.00	152.5	66.585	66.585	25	0.0055	0.0529	0.2300	0.0608	0.2465	1.8798	1.3711
11-mar-94	214.40	79.00	152.5	63.557	63.556	26	-0.0130	0.0552	0.2349	0.0671	0.2590	2.5878	1.6087
18-mar-94	201.60	79.00	152.5	50.565	50.562	27	-0.0616	0.0742	0.2723	0.0803	0.2833	5.3563	2.3144
25-mar-94	211.20	79.00	152.5	59.864	59.864	28	0.0465	0.0725	0.2692	0.0703	0.2652	4.5704	2.1378
1-abr-94	200.00	79.00	152.5	48.508	48.508	29	-0.0545	0.0827	0.2875	0.0272	0.1648	0.0952	0.3085
8-abr-94	195.20	42.50	152.5	43.536	43.536	30	-0.0243	0.0795	0.2819	0.0059	0.0768	0.0219	0.1481
15-abr-94	193.60	44.75	152.5	41.554	41.554	31	-0.0082	0.0755	0.2748	0.0004	0.0209	0.0253	0.1592

Fecha	Warrant Ultimo \$	Black & Scholes	Cox SRCEV	$ W_{HS}-W_M $	$ W_{SRCEV}-W_M $	Diferencias	$ W_{HS}-W_M $ W_M	$ W_{SRCEV}-W_M $ W_M	Diferencias	Porcentaje en el dinero
31-dic-93	58.70	61.2602	61.1809	2.5602	2.4809	0.07924	0.04361	0.04226	0.00135	0.3705
7-ene-94	61.00	61.9088	61.8479	0.9088	0.8479	0.06092	0.01490	0.01390	0.00100	0.3770
14-ene-94	58.00	53.8068	53.6733	4.1932	4.3267	-0.13354	0.07230	0.07460	-0.00230	0.3246
21-ene-94	62.00	69.3846	69.3632	7.3846	7.3632	0.02139	0.11911	0.11876	0.00034	0.4295
28-ene-94	74.50	75.1288	75.1283	0.6288	0.6283	0.00058	0.00844	0.00843	0.00001	0.4689
4-feb-94	79.00	79.7308	79.7307	0.7308	0.7307	0.00009	0.00925	0.00925	0.00000	0.5016
11-feb-94	79.00	81.3505	81.3505	2.3505	2.3505	0.00002	0.02975	0.02975	0.00000	0.5148
18-feb-94	79.00	74.2693	74.2693	-4.7307	-4.7307	-0.00004	0.05988	0.05988	0.00000	0.4715
25-feb-94	79.00	65.5675	65.5673	13.4325	13.4327	-0.00023	0.17003	0.17003	0.00000	0.4164
4-mar-94	79.00	66.5852	66.5851	12.4148	12.4149	-0.00011	0.15715	0.15715	0.00000	0.4243
11-mar-94	79.00	63.5565	63.5564	15.4435	15.4436	-0.00014	0.19549	0.19549	0.00000	0.4059
18-mar-94	79.00	50.5649	50.5625	28.4351	28.4375	-0.00242	0.35994	0.35997	-0.00003	0.3220
25-mar-94	79.00	59.8636	59.8636	19.1364	19.1364	0.00000	0.24223	0.24223	0.00000	0.3849
1-abr-94	79.00	48.5078	48.5078	30.4922	30.4922	0.00000	0.38598	0.38598	0.00000	0.3115
8-abr-94	42.50	43.5356	43.5356	1.0356	1.0356	0.00000	0.02437	0.02437	0.00000	0.2800
15-abr-94	44.75	41.5542	41.5542	3.1958	3.1958	0.00000	0.07141	0.07141	0.00000	0.2695
PROMEDIO				9.19210	9.19049	0.00161	0.12274	0.12272	0.00002	

Coefficientes de Correlación

B&S vs M	Sreev vs M	PED vs M
0.59343764	0.593437637	0.633111445

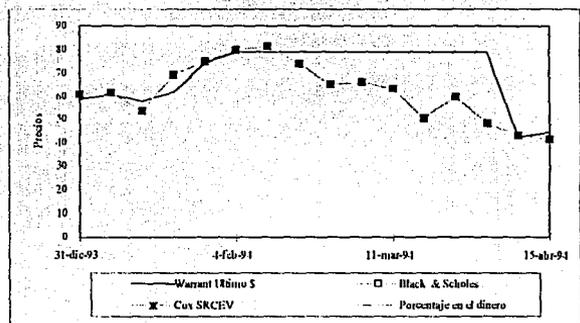
B&S vs PED	Sreev vs PED	B&S vs Sreev
0.99456556	0.994855366	0.999995068

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F	Fu,d1,d2
Columna 1	16	147.0735433	9.192096457	96.3531302	0.999350102	2.403446331
Columna 2	16	147.0478096	9.190488098	96.41579066		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de los cuadrados	F	Fu,d1,d2
Entre grupos	2.06951E-05	1	2.069461E-05	2.14709E-07	4.170885859
Dentro de los gru	2891.53381	30	96.38446043		
Total	2891.53383	31			



FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

Estatísticas de la regresión		Medida de Volat. Futura (Y)	0.22109
Coefficiente de correlación múltiple	0.541138483	Durbin-Watson	0.68584
Coefficiente de determinación R ²	0.292830836	Coefficiente de Variación	29.11143
R ² ajustado	0.242318753	Var-Cov de B1_B2	-0.13873
Error típico	0.064381541	Var B1	0.03492
Observaciones	10	Var B2	0.55288

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.024014547	0.024014547	5.787243317	0.030414156
Residuos	14	0.057893711	0.004142408		
Total	15	0.082008258			

	Coefficientes	Error típico	Estatístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.609337791	0.186804351	3.2581944802	0.00300422	0.26853262	1.07012232
HISTORICA	-1.79417835	0.745189117	-2.407746523	0.030414156	-3.392408574	-0.195948128

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estatístico t	T _{α/2, n-2}	T _{α/2, n-2}
Intercepción (α=0)	0.609337791	0.186804351	3.2581944802	1.76130925	2.144768506
HISTORICA (α=1)	-1.79417835	0.745189117	-2.407746523		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	(e _t)-(e _{t-1}) ²	e _t ²
1	0.275858554	-0.01197171		0.000143322
2	0.272272353	-0.007203637		5.27604E-05
3	0.237657833	0.03642378	2.2168E-05	0.001329689
4	0.198524318	0.07750392	0.00168758	0.006068658
5	0.222810046	0.007819168	0.004848298	5.8066E-05
6	0.222559368	0.003189081	1.95991E-05	1.01702E-05
7	0.224904772	-0.002980285	3.80611E-05	8.8821E-06
8	0.260693884	-0.034889515	0.001018189	0.001217278
9	0.258901564	-0.019201682	0.000248109	0.000368704
10	0.258813501	-0.010085974	8.34405E-05	0.000191324
11	0.247823448	0.011122812	0.000448905	0.000123717
12	0.180719008	0.102597179	0.00838756	0.010529181
13	0.186323965	0.078860469	0.006053146	0.006219823
14	0.153509101	0.011287803	0.004566906	0.00012741
15	0.10355278	-0.088738524	0.009609122	0.00723572
16	0.178349196	-0.155495703	0.00472755	0.024178914

FUTURA vs. IMPLICITA

Resumen

Estatísticas de la regresión		Medida de Volat. Futura (Y)	0.22109
Coefficiente de correlación múltiple	0.45813876	Durbin-Watson	0.19755
Coefficiente de determinación R ²	0.209892039	Coefficiente de Variación	30.77124
R ² ajustado	0.153453737	Var-Cov de B1_B2	-0.06046
Error típico	0.068031178	Var B1	0.00063
Observaciones	10	Var B2	0.80058

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.01721286	0.01721286	3.19097515	0.074322222
Residuos	14	0.004795377	0.0004828241		
Total	15	0.082008258			

	Coefficientes	Error típico	Estatístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.184572329	0.025451309	7.251977768	4.21083E-06	0.23934051	0.239186007
IMPLICITA	0.048345614	0.024031097	1.92849618	0.074322222	-0.005187939	0.097889187

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estatístico t	T _{α/2, n-2}	T _{α/2, n-2}
Intercepción (β=0)	0.184572329	0.025451309	7.251977768	1.76130925	2.144768506
IMPLICITA (β=1)	0.048345614	0.024031097	-39.88269429		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	(e _t)-(e _{t-1}) ²	e _t ²
1	0.187434378	0.068352468		0.00440285
2	0.189886258	0.065573634	8.06582E-07	0.004299902
3	0.211854316	0.062227276	1.1981E-05	0.003872234
4	0.201356293	0.074871946	0.00015487	0.005575899
5	0.197169579	0.033059633	0.001731585	0.001092939
6	0.197215091	0.028533356	2.04872E-05	0.000814153
7	0.195904538	0.026078949	8.01921E-06	0.000680164
8	0.225423339	0.008292031	0.000695917	8.52819E-06
9	0.245878318	-0.008787415	7.34452E-05	8.45322E-05
10	0.248115519	-0.001567992	4.3028E-05	2.4586E-06
11	0.259127521	-0.000176229	1.93701E-06	3.10505E-08
12	0.29183283	-0.008516642	8.95629E-05	7.25332E-05
13	0.283651746	-0.018481292	9.8891E-05	0.00040819
14	0.198888372	-0.034071698	0.000243684	0.00186879
15	0.191435944	-0.114621069	0.008483206	0.013138132
16	0.191949861	-0.171096367	0.003189389	0.029273967

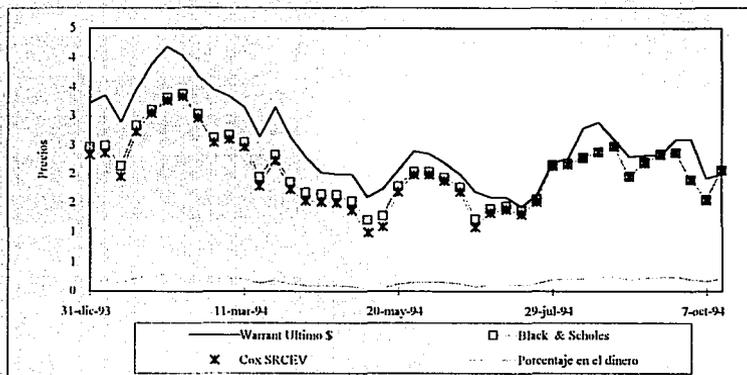
Clave: TMX410A
 Serie: DC301
 Bien de Referencia: Telmex * L
 Fecha de Vencimiento: 21-oct-94

Fecha	Precio del Bien Suby.	Warrant Ultimo S	Precio de Ejercicio	Black & Scholes	Cox SRCEI	Rt	Anual		Anual		Anual		
							Varianza HISTORICA	Volat.	Varianza FUTURA	Volat.	Varianza IMPLICITA	Volat.	
31-dic-93	10.45	3.23	8.8	2.469	2.329	16	0.0291	0.0481	0.2193	0.0637	0.2523	0.3133	0.5598
7-ene-94	10.50	3.36	8.8	2.495	2.361	17	0.0048	0.0489	0.2211	0.0642	0.2534	0.3635	0.6029
14-ene-94	10.10	2.90	8.8	2.147	1.965	18	-0.0388	0.0579	0.2406	0.0658	0.2565	0.3071	0.5542
21-ene-94	10.90	3.47	8.8	2.837	2.744	19	0.0762	0.0689	0.2624	0.0654	0.2557	0.2982	0.5461
28-ene-94	11.20	3.90	8.8	3.106	3.051	20	0.0272	0.0620	0.2490	0.0592	0.2434	0.3891	0.6238
4-feb-94	11.45	4.20	8.8	3.314	3.271	21	0.0221	0.0620	0.2490	0.0597	0.2444	0.4582	0.6769
11-feb-94	11.55	4.05	8.8	3.383	3.344	22	0.0087	0.0613	0.2477	0.0606	0.2461	0.3624	0.6020
18-feb-94	11.22	3.70	8.8	3.036	2.980	23	-0.0290	0.0519	0.2278	0.0621	0.2493	0.3448	0.5872
25-feb-94	10.80	3.46	8.8	2.636	2.555	24	-0.0382	0.0528	0.2299	0.0628	0.2507	0.4026	0.6345
4-mar-94	10.86	3.34	8.8	2.686	2.614	25	0.0055	0.0529	0.2300	0.0625	0.2501	0.3331	0.5772
11-mar-94	10.72	3.15	8.8	2.551	2.468	26	-0.0130	0.0552	0.2349	0.0644	0.2538	0.3080	0.5550
18-mar-94	10.08	2.66	8.8	1.953	1.799	27	-0.0616	0.0742	0.2723	0.0662	0.2574	0.3280	0.5727
25-mar-94	10.56	3.15	8.8	2.332	2.246	28	0.0465	0.0725	0.2692	0.0617	0.2484	0.4116	0.6416
1-abr-94	10.00	2.65	8.8	1.867	1.740	29	-0.0545	0.0827	0.2875	0.0601	0.2452	0.3690	0.6075
8-abr-94	9.76	2.30	8.8	1.680	1.548	30	-0.0243	0.0795	0.2819	0.0565	0.2377	0.2841	0.5330
15-abr-94	9.68	2.04	8.8	1.653	1.525	31	-0.0082	0.0755	0.2748	0.0572	0.2391	0.1938	0.4402
22-abr-94	9.64	2.00	8.8	1.640	1.511	32	-0.0041	0.0751	0.2741	0.0591	0.2431	0.1877	0.4333
29-abr-94	9.58	2.00	8.8	1.536	1.386	33	-0.0062	0.0708	0.2660	0.0613	0.2477	0.2328	0.4825
6-may-94	9.18	1.60	8.8	1.212	0.990	34	-0.0427	0.0493	0.2221	0.0637	0.2523	0.1939	0.4404
13-may-94	9.32	1.75	8.8	1.286	1.103	35	0.0151	0.0464	0.2154	0.0612	0.2474	0.2310	0.4806
20-may-94	9.94	2.08	8.8	1.791	1.696	36	0.0644	0.0634	0.2518	0.0638	0.2526	0.1863	0.4317
27-may-94	10.28	2.40	8.8	2.043	1.992	37	0.0336	0.0689	0.2625	0.0580	0.2408	0.2363	0.4861
3-jun-94	10.32	2.35	8.8	2.045	1.998	38	0.0039	0.0675	0.2598	0.0584	0.2416	0.2160	0.4648
10-jun-94	10.24	2.20	8.8	1.948	1.893	39	-0.0078	0.0633	0.2516	0.0615	0.2479	0.1909	0.4369
17-jun-94	10.06	2.00	8.8	1.771	1.699	40	-0.0177	0.0636	0.2523	0.0646	0.2542	0.1778	0.4217
24-jun-94	9.20	1.70	8.518	1.230	1.090	41	-0.0759	0.0810	0.2846	0.0671	0.2590	0.2943	0.5425
1-jul-94	9.48	1.60	8.518	1.406	1.349	42	0.0300	0.0745	0.2730	0.0497	0.2230	0.1434	0.3787
8-jul-94	9.54	1.60	8.518	1.449	1.400	43	0.0063	0.0653	0.2555	0.0512	0.2264	0.1302	0.3608
15-jul-94	9.48	1.44	8.518	1.381	1.325	44	-0.0063	0.0559	0.2365	0.0549	0.2343	0.0863	0.2938
22-jul-94	9.70	1.65	8.518	1.568	1.530	45	0.0229	0.0561	0.2368	0.0584	0.2417	0.1125	0.3355
29-jul-94	10.36	2.20	8.518	2.162	2.151	46	0.0658	0.0703	0.2651	0.0622	0.2493	0.1211	0.3479
5-ago-94	10.70	2.27	8.797	2.181	2.177	47	0.0323	0.0723	0.2689	0.0497	0.2230	0.1606	0.4007
12-ago-94	10.84	2.80	8.797	2.285	2.282	48	0.0130	0.0716	0.2675	0.0493	0.2220	0.6537	0.8085
19-ago-94	10.98	2.90	8.797	2.385	2.384	49	0.0128	0.0609	0.2468	0.0535	0.2312	0.7447	0.8629
26-ago-94	11.10	2.60	8.797	2.480	2.479	50	0.0109	0.0609	0.2468	0.0584	0.2416	0.2924	0.5407
2-sep-94	10.60	2.30	8.797	1.965	1.961	51	-0.0461	0.0607	0.2463	0.0647	0.2544	0.5414	0.7358
9-sep-94	10.86	2.32	8.797	2.205	2.204	52	0.0242	0.0590	0.2429	0.0600	0.2449	0.3260	0.5710
16-sep-94	11.02	2.32	8.797	2.343	2.343	53	0.0146	0.0593	0.2436	0.0644	0.2537	0.1843	0.4293
23-sep-94	11.08	2.60	8.797	2.374	2.374	54	0.0054	0.0586	0.2422	0.0745	0.2729	0.8083	0.8990
30-sep-94	10.64	2.60	8.797	1.909	1.908	55	-0.0405	0.0645	0.2540	0.0948	0.3080	2.3820	1.5434
7-oct-94	10.30	1.92	8.797	1.551	1.549	56	-0.0325	0.0451	0.2123	0.1150	0.3391	1.5402	1.2411
14-oct-94	10.84	2.00	8.797	2.068	2.068	57	0.0511	0.0501	0.2239	0.1629	0.4037	0.1339	0.3659

Fecha	Warrant	Black &	Cox	W _{BS} -W _M	W _{SRCFV} -W _M	Diferencias	W _{BS} -W _M	W _{SRCFV} -W _M	Diferencias	Porcentaje
	Ultimo 5	Scholes	SRCEI'							
31-dic-93	3.23	2.4688	2.3294	0.7612	0.9006	-0.13943	0.23567	0.27884	-0.04317	0.1875
7-ene-94	3.36	2.4947	2.3613	0.8653	0.9987	-0.13341	0.25753	0.29724	-0.03971	0.1932
14-ene-94	2.90	2.1467	1.9649	0.7533	0.9351	-0.18185	0.25974	0.32245	-0.06271	0.1477
21-ene-94	3.47	2.8372	2.7444	0.6328	0.7256	-0.09278	0.18237	0.20911	-0.02674	0.2386
28-ene-94	3.90	3.1056	3.0512	0.7944	0.8488	-0.05443	0.20368	0.21764	-0.01396	0.2727
4-feb-94	4.20	3.3137	3.2708	0.8863	0.9292	-0.04293	0.21102	0.22124	-0.01022	0.3011
11-feb-94	4.05	3.3831	3.3439	0.6669	0.7061	-0.03926	0.16466	0.17435	-0.00969	0.3125
18-feb-94	3.70	3.0360	2.9797	0.6640	0.7203	-0.05636	0.17945	0.19468	-0.01523	0.2750
25-feb-94	3.46	2.6363	2.5551	0.8237	0.9049	-0.08127	0.23805	0.26154	-0.02349	0.2273
4-mar-94	3.34	2.6859	2.6140	0.6541	0.7260	-0.07186	0.19585	0.21736	-0.02152	0.2341
11-mar-94	3.15	2.5507	2.4680	0.5993	0.6820	-0.08275	0.19024	0.21651	-0.02627	0.2182
18-mar-94	2.66	1.9530	1.7988	0.7070	0.8612	-0.15419	0.26579	0.32375	-0.05797	0.1455
25-mar-94	3.15	2.3319	2.2456	0.8181	0.9044	-0.08630	0.25970	0.28710	-0.02740	0.2000
1-abr-94	2.65	1.8671	1.7396	0.7829	0.9104	-0.12751	0.29542	0.34354	-0.04812	0.1364
8-abr-94	2.30	1.6802	1.5476	0.6198	0.7524	-0.13259	0.26948	0.32713	-0.05765	0.1091
15-abr-94	2.04	1.6535	1.5246	0.3865	0.5154	-0.12887	0.18946	0.25264	-0.06317	0.1000
22-abr-94	2.00	1.6400	1.5112	0.3600	0.4888	-0.12881	0.17999	0.24439	-0.06441	0.0955
29-abr-94	2.00	1.5360	1.3862	0.4640	0.6138	-0.14987	0.23198	0.30691	-0.07494	0.0886
6-may-94	1.60	1.2118	0.9897	0.3882	0.6103	-0.22217	0.24260	0.38146	-0.13886	0.0432
13-may-94	1.75	1.2858	1.1028	0.4642	0.6472	-0.18299	0.26526	0.36983	-0.10457	0.0591
20-may-94	2.08	1.7912	1.6964	0.2888	0.3836	-0.09480	0.13884	0.18442	-0.04558	0.1295
27-may-94	2.40	2.0429	1.9916	0.3571	0.4084	-0.05133	0.14880	0.17019	-0.02139	0.1682
3-jun-94	2.35	2.0452	1.9978	0.3048	0.3522	-0.04739	0.12972	0.14989	-0.02017	0.1727
10-jun-94	2.20	1.9479	1.8925	0.2521	0.3075	-0.05541	0.11457	0.13976	-0.02519	0.1636
17-jun-94	2.00	1.7706	1.6988	0.2294	0.3012	-0.07180	0.11471	0.15060	-0.03590	0.1432
24-jun-94	1.70	1.2303	1.0897	0.4697	0.6103	-0.14054	0.27630	0.35897	-0.08267	0.0801
1-jul-94	1.60	1.4055	1.3490	0.1945	0.2510	-0.05648	0.12155	0.15686	-0.03530	0.1129
8-jul-94	1.60	1.4492	1.4005	0.1508	0.1995	-0.04873	0.09425	0.12470	-0.03045	0.1200
15-jul-94	1.44	1.3808	1.3246	0.0592	0.1154	-0.05611	0.04114	0.08011	-0.03897	0.1129
22-jul-94	1.65	1.5681	1.5298	0.0819	0.1202	-0.03830	0.04963	0.07284	-0.02321	0.1388
29-jul-94	2.20	2.1621	2.1509	0.0379	0.0491	-0.01121	0.01724	0.02233	-0.00510	0.2162
5-ago-94	2.27	2.1812	2.1765	0.0888	0.0935	-0.00472	0.03910	0.04119	-0.00208	0.2163
12-ago-94	2.80	2.2848	2.2823	0.5152	0.5177	-0.00246	0.18400	0.18488	-0.00088	0.2322
19-ago-94	2.90	2.3852	2.3835	0.5148	0.5165	-0.00173	0.17750	0.17810	-0.00060	0.2482
26-ago-94	2.60	2.4802	2.4790	0.1198	0.1210	-0.00118	0.04609	0.04655	-0.00045	0.2618
2-sep-94	2.30	1.9653	1.9605	0.3347	0.3395	-0.00477	0.14553	0.14760	-0.00207	0.2050
9-sep-94	2.32	2.2050	2.2041	0.1150	0.1159	-0.00087	0.04956	0.04994	-0.00037	0.2345
16-sep-94	2.32	2.3429	2.3426	0.0229	0.0226	0.00030	0.00987	0.00975	0.00013	0.2527
23-sep-94	2.60	2.3741	2.3739	0.2259	0.2261	-0.00018	0.08690	0.08697	-0.00007	0.2595
30-sep-94	2.60	1.9090	1.9080	0.6910	0.6920	-0.00102	0.26575	0.26614	-0.00039	0.2066
7-oct-94	1.92	1.5511	1.5492	0.3689	0.3708	-0.00194	0.19212	0.19313	-0.00101	0.1709
14-oct-94	2.00	2.0678	2.0678	0.0678	0.0678	0.00003	0.03390	0.03389	0.00001	0.2322
PROMEDIO				0.44244	0.51340	-0.07096	0.16655	0.19754	-0.03099	

Coefficientes de Correlación

B&S vs M	Srcev vs M	PED vs M
0.941060123	0.941060123	0.756936319
B&S vs PED	Srcev vs PED	B&S vs Srcev
0.904587956	0.939663163	0.995056096



RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	F	Fa,d1,d2
Columna 1	42	18.58268616	0.442444909	0.071430587	0.798740217	1.681645045
Columna 2	42	21.56297898	0.513404261	0.08942906		

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom. de los cuadrados	F	Fa,d1,d2
Entre grupos	0.105739825	1	0.105739825	1.314684286	3.957381978
Dentro de los grup	6.595245506	82	0.080429823		
Total	6.700985331	83			

FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.385108349
Coefficiente de determinación R ²	0.148308441
R ² ajustado	0.127016152
Error típico	0.028983283
Observaciones	42

Media de Volat. Futura (Y)	0.25332
Durbin-Watson	0.44331
Coefficiente de Variación	11.44151
Var-Cov de B1_B2	-0.01325
Var B1	0.00333
Var B2	0.05299

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.005851115	0.005851115	6.965359194	0.011787538
Residuos	40	0.033601228	0.000840031		
Total	41	0.039452343			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.405201354	0.057723014	7.019753899	1.76042E-08	0.288538837	0.52186387
HISTÓRICA	-0.60755742	0.230205434	-2.639196695	0.011787538	-1.072819771	-0.14229507

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T α , n-2	T α 2, n-2
Intercepción ($\mu_0=0$)	0.405201354	0.057723014	7.019753899	1.683852133	2.021074579
HISTÓRICA ($\mu_1=1$)	-0.60755742	0.230205434	-6.983142809		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	$e(t)-e(t-1)^2$	$e(t)^2$
1	0.271958619	-0.019650523		0.000386143
2	0.270897015	-0.017522667	4.52777E-06	0.000307044
3	0.259022819	-0.002547684	0.00022425	6.49069E-06
4	0.245771115	0.009883802	0.000154542	9.76895E-05
5	0.253927231	-0.010572082	0.000418443	0.000111789
6	0.25391007	-0.009538809	1.07179E-06	9.92507E-05
7	0.254724605	-0.008613978	8.51617E-07	7.42006E-05
8	0.266823451	-0.017563645	8.00965E-05	0.000308842
9	0.265539268	-0.014887686	7.16075E-06	0.000221943
10	0.265441722	-0.015363409	2.26313E-07	0.000236034
11	0.262466876	-0.008624368	4.54147E-05	7.43797E-05
12	0.23974179	0.01763978	0.000689805	0.000311162
13	0.24163978	0.006748963	0.00011861	4.55485E-05
14	0.230527778	0.014689097	6.30457E-05	0.00021577
15	0.23392884	0.003755206	0.00011955	1.41016E-05
16	0.238262053	0.000856542	8.40226E-06	7.33664E-07
17	0.238681048	0.004433185	1.27924E-05	1.96531E-05
18	0.243585001	0.004099069	1.11634E-07	1.68024E-05
19	0.270244581	-0.017837167	0.000485596	0.000321742
20	0.274333874	-0.02590267	8.03802E-05	0.000737554
21	0.252220409	0.000392532	0.000745028	1.54081E-07
22	0.245707546	-0.004871432	2.77093E-05	2.37308E-05
23	0.247378361	-0.005733514	7.43186E-07	3.28732E-05
24	0.252311184	-0.004413194	1.74325E-06	1.94763E-05
25	0.251941854	0.00220845	4.38462E-05	4.87725E-06
26	0.232261961	0.026784371	0.000603976	0.000717403
27	0.239333913	-0.016377051	0.001862908	0.000268208
28	0.249960238	-0.023589146	5.20143E-05	0.000556448
29	0.26150918	-0.02719368	1.29927E-05	0.000739496
30	0.261324375	-0.019647185	5.69496E-05	0.000386012
31	0.24411733	0.005227126	0.000618731	2.73228E-05
32	0.241828029	-0.018820728	0.000578299	0.00035422
33	0.242656634	-0.020610474	3.20319E-06	0.000424792
34	0.255264554	-0.024027508	1.16761E-05	0.000577321
35	0.255276588	-0.013640503	0.00010789	0.000186063
36	0.255567846	-0.001120238	0.000156757	1.25493E-06
37	0.257654922	-0.0127343	0.000134886	0.000162162
38	0.257222582	-0.003502761	8.52213E-05	1.22693E-05
39	0.258068586	0.014819665	0.000335711	0.000219622
40	0.250911969	0.057044614	0.001782946	0.003254088
41	0.276221369	0.062922599	3.45507E-05	0.003959254
42	0.269162207	0.134499397	0.005123238	0.018090088

FUTURA vs. IMPLÍCITA

Resumen

Estadísticas de la regresión		Medida de Volat. Futura (Y)	
Coefficiente de correlación múltiple	0.351222879	Durbin-Watson	0.25332
Coefficiente de determinación R ²	0.12335737	Coefficiente de Variación	0.50651
R ² ajustado	0.101441305	Var-Cov de B1_B2	11,60790
Error típico	0.029404764	Var B1	-0.00022
Observaciones	42	Var B2	0.00015
			0.00039

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.004866737	0.004866737	5.628627506	0.022566824
Residuos	40	0.034585606	0.00086464		
Total	41	0.039452343			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.226406424	0.012218611	18.5326705	3.07413E-21	0.201715742	0.251097165
IMPLÍCITA	0.046995021	0.019808455	-2.372472867	0.022566824	0.006960657	0.087029386

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T _{α,n-2}	T _{α,n-2}
Intercepción (H ₀ =0)	0.226406424	0.012218611	18.5326705	1.683852133	2.021074579
IMPLÍCITA (β ₁ =1)	0.046995021	0.019808455	-48.11102034		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	(e(t)-e(t-1)) ²	e(t) ²
1	0.252712511	-0.000404414		1.63551E-07
2	0.254738717	-0.00138437	9.21514E-07	1.8615E-06
3	0.252448816	0.00402632	2.90595E-05	1.62112E-05
4	0.252071075	0.003583877	1.95755E-07	1.28442E-05
5	0.255721765	-0.012366617	0.000254418	0.000152933
6	0.258218603	-0.013845342	2.18663E-06	0.000191693
7	0.254696373	-0.008585746	2.76634E-05	7.3715E-05
8	0.254002093	-0.004742287	1.47722E-05	2.24893E-05
9	0.256226699	-0.005575117	6.93605E-07	3.10819E-05
10	0.253530646	-0.003452333	4.50621E-06	1.19188E-05
11	0.25248886	0.001353649	2.30975E-05	1.83236E-06
12	0.253319451	0.004062119	7.33581E-06	1.65008E-05
13	0.256557325	-0.008168581	0.00014959	6.67257E-05
14	0.254955154	-0.009738279	2.46395E-06	9.48341E-05
15	0.251457119	-0.013773073	1.62796E-05	0.000189698
16	0.247093499	-0.007974904	3.36188E-05	6.35991E-05
17	0.246768091	-0.003854858	1.86628E-05	1.3358E-05
18	0.249031197	-0.001417047	5.0078E-06	2.00802E-06
19	0.247101365	0.005206049	4.36654E-05	2.71029E-05
20	0.248993649	-0.001562445	4.58125E-05	2.44123E-06
21	0.246692837	0.005920303	5.59915E-05	3.505E-05
22	0.249250196	-0.008414031	0.000205475	7.07968E-05
23	0.248249847	-0.006605	3.27277E-06	4.3626E-05
24	0.246938717	0.000959274	5.72182E-05	9.20206E-07
25	0.246223866	0.007926438	4.85414E-05	6.2824E-05
26	0.251901773	0.007144559	6.11335E-07	5.10447E-05
27	0.244202769	-0.021245907	0.000806019	0.000451389
28	0.243364454	-0.016993362	1.80841E-05	0.000283774
29	0.240211492	-0.005895992	0.000123152	3.47627E-05
30	0.242172301	-0.00049511	2.91695E-05	2.45134E-07
31	0.24275815	0.006586307	5.01465E-05	4.33794E-05
32	0.245239352	-0.022232052	0.000830498	0.000494264
33	0.264403839	-0.042357679	0.000405041	0.001794173
34	0.266960576	-0.03572353	4.40119E-05	0.001276171
35	0.251818568	-0.010182483	0.000652345	0.000103683
36	0.260986891	-0.006539284	1.32729E-05	4.27622E-05
37	0.253239522	-0.0083189	3.16704E-06	6.92041E-05
38	0.246581154	0.007138667	0.000238936	5.09606E-05
39	0.268657168	0.004231082	8.45405E-06	1.79021E-05
40	0.298937792	0.009018792	2.29222E-05	8.13386E-05
41	0.284730338	0.054413663	0.002060691	0.002960843
42	0.243603576	0.160057728	0.011160675	0.025618476

Clave: VTR408A
 Serie: DC301
 Bien de Referencia: Vitro *
 Fecha de Vencimiento: 12-ago-94

Fecha	Precio del	Warrant	Precio de	Black &	Cox	Ru	Amal	Amal	Amal	Volat.	Volat.	Volat.	
	Bien Suby.	Ultimo \$	Ejercicio	Scholes	SRC/EI		Varianza	Varianza	Varianza				
							HISTORICA	FUTURA	IMPLICITA				
31-dic-93	19.70	2.90	20.3	2.961	0.955	16	0.0051	0.0330	0.1817	0.1906	0.4366	0.1818	0.4264
7-ene-94	23.20	4.76	20.3	5.355	4.074	17	0.1635	0.1200	0.3465	0.1967	0.4435	0.1690	0.4111
14-ene-94	22.20	4.25	20.3	4.311	3.071	18	-0.0441	0.1299	0.3604	0.1587	0.3984	0.1542	0.3927
21-ene-94	24.05	6.06	20.3	5.702	4.873	19	0.0800	0.1446	0.3803	0.1605	0.4006	0.2234	0.4727
28-ene-94	24.06	6.40	20.3	5.642	4.882	20	0.0004	0.1437	0.3791	0.1546	0.3931	0.2976	0.5455
4-feb-94	23.85	6.30	20.3	5.423	4.606	21	-0.0088	0.1411	0.3756	0.1603	0.4003	0.3310	0.5754
11-feb-94	24.35	6.48	20.3	5.783	5.039	22	0.0207	0.1303	0.3609	0.1663	0.4078	0.3070	0.5541
18-feb-94	25.50	6.44	20.3	6.682	6.099	23	0.0461	0.1227	0.3503	0.1720	0.4147	0.1611	0.4014
25-feb-94	24.30	5.68	20.3	5.631	4.881	24	-0.0482	0.1388	0.3726	0.1741	0.4173	0.1837	0.4286
4-mar-94	23.75	5.38	20.3	5.166	4.340	25	-0.0229	0.1435	0.3789	0.1769	0.4206	0.2195	0.4685
11-mar-94	24.00	5.10	20.3	5.357	4.581	26	0.0105	0.1433	0.3785	0.1838	0.4287	0.1635	0.4044
18-mar-94	22.95	5.08	20.3	4.530	3.543	27	-0.0447	0.1555	0.3944	0.1922	0.4384	0.3115	0.5581
25-mar-94	24.00	5.10	20.3	5.280	4.509	28	0.0447	0.1595	0.3994	0.1965	0.4433	0.1721	0.4149
1-abr-94	23.40	4.60	20.3	4.786	3.926	29	-0.0253	0.1601	0.4002	0.2015	0.4489	0.1834	0.4283
8-abr-94	22.35	3.20	20.3	4.021	2.952	30	-0.0459	0.1720	0.4148	0.2109	0.4592	0.1400	0.3742
15-abr-94	22.20	3.40	20.3	3.887	2.815	31	-0.0067	0.1728	0.4157	0.2163	0.4651	0.1634	0.4042
22-abr-94	24.50	4.00	20.3	5.788	5.204	32	0.0986	0.1124	0.3352	0.2295	0.4790	0.1784	0.4223
29-abr-94	21.75	3.50	20.3	3.402	2.336	33	-0.1191	0.1585	0.3981	0.2116	0.4600	0.2316	0.4813
6-may-94	19.84	2.90	19.947	2.083	0.872	34	-0.0919	0.1570	0.3962	0.1727	0.4155	0.3864	0.6216
13-may-94	21.80	3.05	19.947	3.235	2.660	35	0.1391	0.2373	0.4871	0.1452	0.3811	0.1032	0.3213
20-may-94	23.10	5.12	19.947	4.022	3.899	36	0.0579	0.2501	0.5001	0.0826	0.2874	0.4597	0.6780
27-may-94	23.10	4.50	19.947	3.895	3.803	37	0.0000	0.2485	0.4985	0.0745	0.2730	0.2819	0.5310
3-jun-94	23.00	4.58	19.324	4.302	4.243	38	-0.0043	0.2399	0.4898	0.0820	0.2863	0.2076	0.4556
10-jun-94	22.55	4.48	19.324	3.830	3.742	39	-0.0198	0.2333	0.4830	0.0910	0.3017	0.3734	0.6111
17-jun-94	21.00	4.48	19.324	2.412	2.144	40	-0.0712	0.2489	0.4989	0.1001	0.3163	1.1201	1.0583
24-jun-94	20.60	4.48	19.324	1.897	1.687	41	-0.0192	0.2485	0.4985	0.0717	0.2677	1.5286	1.2364
1-jul-94	21.60	3.00	19.324	2.695	2.620	42	0.0474	0.2522	0.5022	0.0756	0.2750	0.2157	0.4645
8-jul-94	22.60	3.60	19.324	3.588	3.572	43	0.0453	0.2524	0.5024	0.0766	0.2768	0.1010	0.3178
15-jul-94	22.90	3.88	19.324	3.821	3.817	44	0.0132	0.2506	0.5006	0.0736	0.2712	0.1729	0.4158
22-jul-94	21.75	2.62	19.324	2.643	2.614	45	-0.0515	0.2527	0.5027	0.0943	0.3071	0.0991	0.3148
29-jul-94	22.05	3.40	19.324	2.851	2.850	46	0.0137	0.2529	0.5029	0.0609	0.2467	0.0674	0.2595
5-ago-94	23.10	3.50	20.3	2.867	2.865	47	0.0465	0.2252	0.4745	0.1217	0.3488	0.1208	0.3476

FUTURA vs. HISTORICA

Resumen

Estadísticas de la regresión		Media de Volat. Futura (Y)	
Coefficiente de correlación múltiple	0.786305713	Durbin-Watson	0.37532
Coefficiente de determinación R ²	0.618276674	Coefficiente de Variación	0.78906
R ² ajustado	0.605552563	Var-Cov de B1_B2	12.30293
Error típico	0.04617543	Var B1	-0.00528
Observaciones	32	Var B2	0.00229
			0.01256

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.103604189	0.103604189	48.590953	9.60215E-08
Residuos	30	0.06396511	0.00213217		
Total	31	0.167569299			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.703925339	0.047842222	14.71347518	2.9242E-15	0.606218588	0.80163209
HISTÓRICA	-0.781229734	0.112073015	-6.970721126	9.6021E-08	-1.010111313	-0.55234634

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	T _{α,n-2}	T _{α,2,n-2}
Intercepción (α=0)	0.703925339	0.047842222	14.71347518	1.69726036	2.042270353
HISTÓRICA (α=1)	-0.781229734	0.112073015	-15.89347563		

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico FUTURA	Residuos	e(t)-e(t-1))^2	e(t)^2
1	0.561944111	-0.125381472		0.015720514
2	0.433248276	0.01029914	0.01840923	0.000106072
3	0.422408213	-0.024017063	0.0011776	0.000576819
4	0.406826939	-0.006211641	0.00031703	3.85845E-05
5	0.407792658	-0.014663833	7.144E-05	0.000215028
6	0.410492669	-0.010152427	2.0353E-05	0.000103072
7	0.421951675	-0.014153376	1.6008E-05	0.000200318
8	0.430271158	-0.015552499	1.9575E-06	0.00024188
9	0.412823413	0.00445183	0.00040017	1.98188E-05
10	0.407940215	0.012636202	6.6964E-05	0.000159674
11	0.408203857	0.020467308	6.1326E-05	0.000418911
12	0.395842146	0.042580206	0.00048898	0.001813074
13	0.391929517	0.051400344	7.7795E-05	0.002641995
14	0.391305892	0.057570315	3.8068E-05	0.003314341
15	0.379906459	0.079277798	0.00047121	0.006284969
16	0.379147883	0.085921933	4.4145E-05	0.007382579
17	0.442020459	0.037014623	0.00239192	0.001370082
18	0.392938269	0.067068572	0.00090324	0.004498193
19	0.394397758	0.021120886	0.00211119	0.000446092
20	0.323395463	0.057694783	0.00133765	0.003328688
21	0.313225419	-0.025836851	0.00697753	0.000667543
22	0.314455902	-0.041464889	0.00024424	0.001719337
23	0.321307028	-0.035024581	4.1478E-05	0.001226721
24	0.32657399	-0.024663911	0.00010324	0.000618214
25	0.31416577	0.002166913	0.00073067	4.69551E-06
26	0.314481008	-0.046736588	0.00239155	0.002184309
27	0.311565713	-0.036537307	0.00010403	0.001334975
28	0.311427259	-0.034649496	3.5638E-06	0.001200588
29	0.312837953	-0.041601851	4.8335E-05	0.001730714
30	0.311211857	-0.004089307	0.00140719	1.67224E-05
31	0.311020187	-0.064323717	0.00362818	0.004137541
32	0.333196885	0.015589954	0.00638619	0.000243047

FUTURA vs. IMPLICITA

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.249296803
Coefficiente de determinación R ²	0.062148896
R ² ajustado	0.030887192
Error típico	0.072377495
Observaciones	32

Media de Volat. Futura (Y)	0.37532
Durbin-Watson	0.25251
Coefficiente de Variación	19.28418
Var-Cov de B1_B2	-0.00213
Var B1	0.00122
Var B2	0.00432

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.010414247	0.010414247	1.98802013	0.16883204
Residuos	30	0.157155052	0.005238502		
Total	31	0.167569299			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	0.42108867	0.034890935	12.06871283	4.8376E-13	0.349831949	0.49234539
IMPLICITA	-0.092711104	0.065753877	-1.409971676	0.16883204	-0.226998298	0.04157609

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>T α, n-2</i>	<i>T α, n-2</i>
Intercepción (H0=0)	0.42108867	0.034890935	12.06871283	1.69726036	2.042270353
IMPLICITA (H1=1)	-0.092711104	0.065753877	-16.61820039		

Análisis de los residuales

<i>Observación</i>	<i>Pronóstico FUTURA</i>	<i>Residuos</i>	<i>e(t)-e(t-1))^2</i>	<i>e(t)^2</i>
1	0.381559063	0.055003576		0.003025393
2	0.38297228	0.060575136	3.1042E-05	0.003669347
3	0.384679609	0.013711542	0.0021962	0.000188006
4	0.377265093	0.023350205	9.2904E-05	0.000545232
5	0.370510319	0.022618507	5.3538E-07	0.000511597
6	0.367747035	0.032593207	9.9495E-05	0.001062317
7	0.369721538	0.038076761	3.0069E-05	0.00144984
8	0.383873321	0.030845338	5.2283E-05	0.000951435
9	0.381355582	0.035919681	2.5749E-05	0.001290222
10	0.37765669	0.042919727	4.9001E-05	0.001842103
11	0.383600216	0.045070949	4.6278E-06	0.00203139
12	0.369342337	0.069079966	0.00057643	0.004772042
13	0.382622166	0.060707695	7.0095E-05	0.003685424
14	0.381381701	0.067494506	4.6061E-05	0.004555508
15	0.386393403	0.072790855	2.8051E-05	0.005298509
16	0.383613351	0.081458465	7.5093E-05	0.006351156
17	0.381933989	0.097101093	0.00024475	0.009428622
18	0.376471444	0.083535398	0.00018403	0.006978163
19	0.363459482	0.052059162	0.00099075	0.002710156
20	0.391304563	-0.010214317	0.00387799	0.000104332
21	0.356227114	-0.070838546	0.0036753	0.0050181
22	0.371862202	-0.098871189	0.00078583	0.009775512
23	0.378845656	-0.092563211	3.8791E-05	0.008567948
24	0.364435919	-0.06272584	0.00089027	0.003934531
25	0.322970164	-0.006837481	0.0031459	4.40561E-05
26	0.306465213	-0.038720793	0.00102934	0.0014993
27	0.378026606	-0.102998201	0.00413159	0.010608629
28	0.391629265	-0.114851502	0.00014005	0.013190867
29	0.382539143	-0.111303041	1.2592E-05	0.012388367
30	0.391904952	-0.084782402	0.00070334	0.007188056
31	0.397026102	-0.150329632	0.00429644	0.022598998
32	0.388860431	-0.040073591	0.01215639	0.001605893