

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"MERCADO MEXICANO DE DERIVADOS Y EL CALCULO DEL VALOR EN RIESGO DE SUS INSTRUMENTOS"

T E S I S

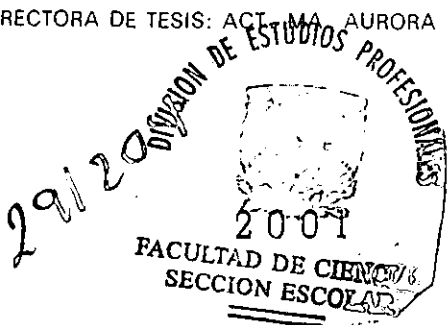
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

A C T U A R I O

P R E S E N T A :

ELSA GABRIELA RUEDA BALDERAS

DIRECTORA DE TESIS: ACT. MA. AURORA VALDEZ MICHELL





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



Dedicatoria:

A través de mi vida he logrado grandes avances, en el que este juega un papel muy importante, pues es la culminación de una etapa que ha estado llena de satisfacciones y de ilusiones, a su vez durante este tiempo he tenido el apoyo de personas muy importantes para mí a las cuales quiero dedicarles este trabajo con todo mi cariño y agradecimiento.

Quiero agradecer muy especialmente a mi esposo quien me ha proporcionado una ayuda invaluable y al cual dedico todo lo que él ha logrado hacer de mí, con todo mi amor y cariño quiero darle las gracias por siempre.

A mi madre quien siempre ha estado ahí para escucharme y me ha entendido en los momentos más difíciles, quien ha confiado en mí, por lo que le dedico este trabajo con todo mi cariño.

A mis hermanos que han sabido comprenderme y animarme a seguir, y que juntos hemos podido salir adelante.

Quiero agradecer a mis maestros que han aportado su tiempo para brindarme sus conocimientos y principalmente una formación como persona, de los cuales guardo grandes recuerdos y experiencias.

Quiero agradecer a mis amigos que siempre han estado conmigo para ser un soporte, una compañía y que han compartido grandes momentos en mi vida, a todos ustedes les doy mi amistad y agradecimiento.

# ***Mercado Mexicano de Derivados y el Cálculo del Valor en Riesgo de sus Instrumentos***

## ***INDICE***

Introducción	5
Capitulo I	
Productos Financieros Derivados en México	
I.1 ¿Qué es un Derivado?	6
I.2 Justificación de los Derivados	7
I.3 Derivados, Futuros y Opciones	9
I.4 Breve Historia de los derivados	9
I.4.1 Futuros Financieros	10
I.4.2 Opciones	10
I.4.3 Expansión de los Derivados	11
I.5 Primeros intentos en México	11
I.5.1 Fundamentos del proyecto	13
I.5.2 Objetivos de desarrollo financiero	13
I.6 Estándares Internacionales	16
I.7 Conclusiones	
Capitulo II	
El Mercado Mexicano de Derivados (MexDer).	
II.1 Constitución de MexDer	18
II.1.1 Características de la Nueva Regulación	19
II.1.2 Régimen Jurídico	21
II.2 Las Bolsas y Cámaras de Compensación	22
II.2.1 Inicio de Operaciones	23

II.2.2 Como se constituye una Cámara de Compensación y sus funciones dentro del MexDer	24
II.2.3 Compensación y liquidación de Contratos	29
II.3 Socios Liquidadores, Socios Operadores y Clientes	32
II.3.1. Especuladores, Hedgers y Broker	38
II.3.2 Arbitraje	38
II.4 Características de los Contratos de Futuros	39
II.5 Aportación Inicial Mínima, Sobremargen y Aportación por Entrega	42
II.6 Posiciones Abiertas, Posiciones Contrarias, Spread e Interés Abierto del Mercado	44
II.7 Apalancamiento en Futuros	45
II.8 Conclusiones	46

## Capítulo III

### Procesos de Operación

III.1 Productos en el Mercado de Derivados	48
III.1.1 Forwards vs. Futuros	49
III.1.2 Swaps	50
III.1.3 Opciones, Warrants	50
III.1.4 Valor de una Opción	52
III.2 Cálculo de la variación de los contratos de Futuros	53
III.3 Convergencia del precio de Futuro al Precio Spot	55
III.4 Método para el cálculo del precio teórico de los Futuros	57
III.4.1 Futuros de Tipo de Cambio	58
III.4.2 Futuros de Tasa	62
III.4 Conclusiones	67

## Capítulo IV

### La Administración de Riesgos y su Metodología

IV.1 Introducción a la Administración de Riesgos	68
IV.1.1 Riesgo de Mercado	70
IV.2 Herramientas para la Administración de Riesgos	71
IV.2.1 Distribución Probabilística Continua	73
IV.2.2 Propiedades de las Expectativas	73
IV.2.3 Distribuciones normales	76
IV.2.4 Riesgo y rendimiento de activos	78
IV.2.5 Estimadores muestrales	80
IV.2.6 Agregación del tiempo	83
IV.3 Value at Risk (VaR), metodología para la Administración de Riesgos	84
IV.3.1 El VaR para distribuciones generales.	85
IV.3.2 El VaR para distribuciones paramétricas	86
IV.3.3 VaR Paramétrico para un instrumento con un solo factor de riesgo	88
IV.3.4 VaR Paramétrico para un portafolio	89
IV.3.5 Agrupación de la Información	91
IV.4 Conclusiones	93

## Capítulo V

### Cálculo del Valor en Riesgo de Futuros en MexDer

V.1 Valor en Riesgo en instrumentos de MexDer	94
V.1.1 Valor en Riesgo del Futuro de DEUA	94
V.1.2 Valor en Riesgo del Futuro del CT91	98
V.1.3 Valor en Riesgo de un portafolio sobre futuros del MexDer	101
V.2 Conclusiones	103

Conclusión General	104
Anexo	105
Glosario	108
Bibliografía	112



## **Introducción**

Los participantes en cualquier mercado financiero tienen necesidades distintas de inversión, que dependen entre otras cosas de la posición de riesgo-rendimiento que requieren y de sus perspectivas sobre estos mercados.

Asimismo un inversionista con una expectativa de fuerte alza en un instrumento financiero puede decidir comprar dicho instrumento en una proporción mayor con la cual se sienta a gusto, dado el riesgo de estar equivocado y de no saber cual es el riesgo al que se esta enfrentado.

Los instrumentos derivados, instrumentos cuyo valor depende del precio de un instrumento primario (de ahí el nombre), permiten administrar el riesgo de manera ágil sin necesidad de realizar estrategias dinámicas. También permiten participar en los mercados de manera flexible ya que con ellos se puede invertir a partir de una expectativa de mercado.

Hoy en día existen en nuestro país mercados de derivados de mostrador sobre tasas de interés y divisas regulados por Banco de México y los que se operan en el Mercado Mexicano de Derivados (MexDer).

El riesgo de invertir en este tipo de instrumentos es muy alto, ya que si se utilizan de manera inadecuada pueden presentar un riesgo muy alto tal y como se presentó en el caso de Barings.

Partiendo de lo anterior es muy importante cuantificar el riesgo financiero que existe en este tipo de instrumentos, por tal motivo este trabajo estudiará la metodología para medir o cuantificar el riesgo llamado "Valor en Riesgo" (VaR) el cual cuantificará la pérdida máxima esperada en este tipo de instrumentos o de un portafolio de instrumentos derivados con base en un modelo paramétrico o estadístico.

## **CAPÍTULO I**

### **Productos Financieros Derivados en México**

#### **I.1 ¿Qué es un Derivado?**

*Derivados: Una nueva generación de instrumentos financieros "La función de las bolsas modernas consiste en ofrecer servicios de administración y diversificación de riesgos. El control de riesgo financiero es una industria en expansión". Rüdiger Von Rossen.*

Se denominan productos derivados a una familia o conjunto de instrumentos financieros, cuya principal característica es que están vinculados a un valor subyacente o de referencia, es decir su valor se deriva de otro bien o instrumento financiero llamado subyacente. Los productos derivados surgieron como instrumentos de cobertura ante fluctuaciones de precio en productos agroindustriales (commodities), en condiciones de elevada volatilidad por allá de 1848. Estos derivados se han dividido en aquellos denominados Derivados financieros y Derivados de Commodities o Bienes

*Derivados Financieros* los cuales a partir de 1972 comenzaron a desarrollarse, cuyos activos de referencia son títulos representativos de capital o de deuda, índices, tasas y otros instrumentos financieros. Los principales derivados financieros operados en México son: futuros en la Bolsa Mexicana de Derivados, Forwards que se operan fuera de Bolsa, Opciones Over The Counter (OTC) Warrants, Opciones y Swaps. Los Activos subyacentes más utilizados para la emisión de contratos de derivados financieros son: acciones individuales, canastas de acciones, índices accionarios, tasas de interés y divisas

*Derivados de Commodities o Bienes* entre los cuales podemos mencionar a los derivados del maíz, café, frijol, estos últimos no se operan en México; ni existe una bolsa para este tipo de instrumentos en virtud de la complejidad para tener una Bolsa que regule dicho mercado.

## **I.2 Justificación de los Derivados**

La principal función de los derivados es servir de cobertura ante fluctuaciones de precio de los subyacentes, por lo que se aplican preferentemente a:

- Portafolios accionarios.
- Obligaciones contraídas a tasa variable.
- Pagos o cobranzas en moneda extranjera a un determinado plazo.
- Planeación de flujos de efectivo, entre otros.

Los productos derivados son instrumentos que contribuyen a la liquidez, estabilidad y profundidad de los mercados financieros; generando condiciones para diversificar las inversiones y administrar riesgos.

Los beneficios de los productos derivados, son especialmente aplicables en los casos de:

- Importadores que requieran dar cobertura a sus compromisos de pago en divisas.
- Tesoreros de empresas que busquen protegerse de fluctuaciones adversas en las tasas de interés.
- Inversionistas que requieran proteger sus portafolios de acciones contra los efectos de la volatilidad.
- Inversionistas experimentados que pretendan obtener rendimientos por la baja o alza de los activos subyacentes.
- Empresas no financieras que quieran apalancar utilidades.
- Deudores a tasa flotante que busquen protegerse de variaciones adversas en la tasa de interés, entre otros.

En el caso de los Derivados que se cotizan en bolsa la ventaja también radica en su naturaleza estándar, esto quiere decir que un contrato de futuros sobre el mismo producto es idéntico a otro en términos de calidad, cantidad, tiempo y términos de entrega; esto le da al mercado mayor flexibilidad y liquidez, pues siempre existirá otro que quiera vender o comprar sin necesidad de preocuparse por las especificaciones del contrato.

Como empresario se pueden controlar muchos aspectos de la producción y mantenerlos de acuerdo con la demanda, pero ¿qué pasaría si de pronto el costo financiero se incrementa debido a un movimiento adverso de la tasa de interés? o ¿si el costo de la materia prima se incrementa debido a una

variación adversa en el tipo de cambio? Esto seguramente hará que se modifique la planeación financiera para hacer frente a las nuevas condiciones del mercado. Precisamente una de las mayores ventajas de los contratos de derivados es que si se usan adecuadamente, se pueden fijar desde ahora las condiciones que se desean en el futuro a diversos plazos previamente establecidos.

Pese a todo lo anterior, existen ciertas “desventajas”, en cuanto al entendimiento y profundización del mercado basado en lo siguiente: Los derivados en muchos de los casos (especialmente en México) son vistos como animales raros, aunado a esto se ha creado mucha ansiedad conforme se difunden las noticias sobre pérdidas espectaculares a través de encabezados de periódicos, casos como Barings, Metallgesellschaft, Condado de Orange y Daiwa<sup>1</sup>, desgraciadamente no se difunde que gran parte de la pérdida en los casos anteriores no se debe en su mayoría a los productos derivados sino a la falta de Administración de Riesgos y organización de las empresas, así como a operadores tramposos, por lo que el único hilo común a través de estos desventurados casos es la ausencia de estrictas políticas de administración de riesgos y políticas regulatorias, desafortunadamente son pocos los que se enteran de los miles de millones de pesos que se ahorran los empresarios y las personas físicas cuando se protegen usando futuros para compensar su exposición a los riesgos del mercado (transfieren el riesgo), no es noticia porque ocurre todos los días.

El propósito de estas herramientas financieras no es correr riesgos, es exactamente lo contrario, es decir, proteger a los negocios y a los inversionistas de pérdidas financieras causadas por cambios inesperados de los precios.

Probablemente se ha escuchado que los futuros son herramientas financieras altamente sofisticadas, reservadas solamente a las grandes corporaciones, pero este tipo de herramientas en otros países están disponibles a empresas chicas y medianas y también para personas físicas. Ahora con el inicio de operaciones de MexDer están disponibles contratos de futuros sobre dólar, tasas de interés, índice de precios y cotizaciones y a partir del 29 de julio de 1999 futuros sobre las acciones más bursátiles cotizadas en la Bolsa Mexicana de Valores. (CEMEX “CPO”, TELMEX “L”, BANAMEX “O”, FEMSA “UBD”, GCARSO “A” y GFB “O”).

---

<sup>1</sup> Para un análisis más profundo de estos casos, véase Philippe Jorion (1997), Value at Risk

### **I.3 Derivados, Futuros y Opciones**

Como se mencionó anteriormente, un Derivado es una familia o conjunto de instrumentos financieros, por tanto un futuro está contenido dentro del conjunto de Derivados, lo cual nos indica que la relación existente entre un futuro y un Derivado es la contención, por lo que de ahora en adelante se usarán estos términos de forma indistinta, en el caso de México concretamente el Mercado Mexicano de Derivados fue creado para operar Futuros y Opciones, por lo tanto es conveniente dar una definición formal de estos:

*Contrato(s) de Futuro(s):* Aquel contrato estandarizado en plazo, monto, Cantidad y calidad entre otros, para comprar o vender un activo subyacente, a un cierto precio, cuya liquidación se realizará en una fecha futura. Si en el contrato de Futuro se pacta el pago por diferencias, no se realizará la entrega del Activo Subyacente.

*Contrato(s) de Opción(es):* Aquel contrato estandarizado en el cual el comprador mediante el pago de una prima adquiere del vendedor el derecho, pero no la obligación de comprar (CALL) o vender (PUT) un Activo Subyacente a un precio pactado (precio de ejercicio) en una fecha futura, y el vendedor se obliga a vender o comprar, según corresponda, el Activo Subyacente al precio convenido. El comprador puede ejercer dicho derecho según se haya acordado en el contrato respectivo. Si en el Contrato de Opción se pacta el pago por diferencias, no se realizará la entrega del Activo Subyacente.

Por último cabe mencionar que una característica adicional de los contratos de futuros y Opciones es que se negocian en bolsas organizadas, que cuentan con una cámara de compensación que garantiza que el trato se cumplirá, ya que esta cámara se convierte en contraparte de cada vendedor y de cada comprador, además de una serie de regulaciones y salvaguardas tecnológicas y jurídicas para garantizar que cada participante cumplirá con lo acordado, todo esto se estudiará con detenimiento en el capítulo siguiente.

### **I.4 Breve historia de los derivados.**

Como ya se dijo, el origen y desarrollo de los contratos de futuros empezó con los Futuros de productos agroindustriales (commodities), a principios del siglo XIX, entre agricultores y comerciantes de granos de Chicago. La

producción de las granjas a orillas del lago Michigan estaba expuesta a bruscas fluctuaciones de precios, por lo cual los productores y comerciantes comenzaron a celebrar acuerdos de entrega a fecha futura, a un precio predeterminado.

En 1848 se estableció el Chicago Board of Trade (CBOT), para estandarizar la cantidad y calidad del grano de referencia. En 1865 se negociaron en el CBOT los primeros Contratos de Futuro estandarizados.

Desde sus inicios, los participantes vieron la necesidad de crear una Cámara de Compensación (Clearinghouse), a fin de asegurar el cumplimiento de las contrapartes.

En 1874 se fundó el Chicago Produce Exchange para la negociación a futuro de productos perecederos y en 1898 surgió el Chicago Butter and Egg Board. Ambas instituciones dieron origen al Chicago Mercantile Exchange (CME) que se constituyó como bolsa de futuros sobre diversos productos agroindustriales.

#### **I.4.1 Futuros financieros**

El mercado de futuros financieros surgió formalmente en 1972, cuando el CME creó el International Monetary Market (IMM), una división destinada a operar futuros sobre divisas. Otro avance importante se produjo en 1982, cuando se comenzaron a negociar contratos de futuro sobre el índice de Standard & Poor's y otros índices bursátiles, casi simultáneamente en Kansas City, Nueva York y Chicago.

#### **I.4.2 Opciones**

El mercado de opciones tuvo inicio a principios del siglo XX y tomó forma en la PCBDA (Put and Call Brokers and Dealers Association), aunque no logró desarrollar un mercado secundario ni contar con mecanismos que aseguraran el cumplimiento de las contrapartes. El mercado formal de opciones se originó en abril de 1973, cuando el CBOT creó una bolsa especializada en este tipo de operaciones, Chicago Board Options Exchange (CBOE). Dos años más tarde, se comenzaron a negociar opciones en American Stock Exchange (AMEX) y en The Philadelphia Stock Exchange (PHLX). En 1976 se incorporó Pacific Stock Exchange (PSE).

### **1.4.3 Expansión de los Derivados**

A mediados de la década de los años 80, el mercado de futuros, opciones, Warrants(sólo en México) y otros productos derivados tuvo un desarrollo considerable y, en la actualidad, los principales centros financieros del mundo negocian estos instrumentos. A finales de esa década, el volumen de acciones de referencia en los contratos de opciones vendidos cada día, superaba al volumen de acciones negociadas en el New York Stock Exchange (NYSE).

En 1997 se operaban en el mundo 27 trillones de dólares en productos derivados, en tanto el valor de capitalización de las bolsas de valores alcanzaba los 17 trillones de dólares. Es decir, la negociación de derivados equivale a 1.6 veces el valor de los subyacentes listados en las bolsas del mundo. Las bolsas de derivados de Chicago manejaban, en 1997, un volumen de casi 480 millones de contratos.

### **1.5 Primeros intentos en México**

A partir de 1978 se comenzaron a cotizar contratos a futuro sobre el tipo de cambio peso/dólar en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), los que se suspendieron a raíz del control de cambios decretado en 1982. En 1983 la BMV listó futuros sobre acciones individuales y petrobonos, los cuales registraron operaciones hasta 1986. Fue en 1987 que se suspendió esta negociación debido a problemas de índole prudencial.

El Gobierno Federal ha emitido diversos instrumentos híbridos de deuda, que incorporan contratos forwards para la valuación de los cupones y principal, lo cual permite indizar estos valores nominales a distintas bases. Estos instrumentos han sido importantes para la constitución de carteras, aunque no han tenido liquidez en los mercados secundarios, excepto para reportos. Entre los principales destacan:

- Petrobonos (1977 a 1991), indizados al petróleo calidad Istmo.
- Pagafes (1986 a 1991), indizados al tipo de cambio controlado.
- Tesobonos (1989 a 1995), indizados al tipo de cambio libre.

En el sector privado, se han emitido obligaciones y pagarés indizados. A principios de 1987 se reinició la operación de contratos diferidos sobre el tipo de cambio peso/dólar, por medio de Contratos de Cobertura

Cambiaría de Corto Plazo, registrados ante Banco de México. Los Bonos Brady, resultantes de la renegociación de la deuda externa del sector público, en 1989, incorporan una cláusula de recompra, que es una opción ligada al promedio de precio del petróleo Istmo.

En la década de los noventa se negociaron *contratos forward* OTC sobre tasas de interés de títulos gubernamentales, pactados en forma interinstitucional, sin un marco operativo formal y fueron suspendidos a mediados de 1992.

A fines de 1994 entraron en vigor las normas de Banco de México para la operación de contratos Forward sobre la tasa de interés interbancaria promedio (TIIP) y sobre el índice nacional de precios al consumidor (INPC), sujetos a registro ante el banco central y cumpliendo las normas del Grupo de los Treinta, para garantizar el control administrativo y de riesgo.

A partir de octubre de 1992 se comenzaron a operar en la Bolsa Mexicana de Valores los Títulos Opcionales (*Warrants*) sobre acciones individuales, canastas e índices accionarios.

Entre 1992 y 1994 se listaron en la Bolsa de Luxemburgo y la Bolsa de Londres, diversos warrants sobre acciones e índices accionarios mexicanos.

A finales de 1992 se inició la negociación de opciones sobre ADR's de Telmex serie "L" en el Chicago Board Options Exchange. En 1994 se operaban diversas opciones sobre acciones mexicanas en CBOE, AMEX, New York Options Exchange (NYOE), NYSE y PLHX, además de las bolsas de Londres y Luxemburgo. Simultáneamente, se celebraban contratos forward y swaps sobre tipo de cambio, tasas de interés y commodities, entre intermediarios extranjeros y entidades nacionales, sin reconocimiento ni protección jurídica.

El contrato de Telmex serie "L" resultó uno de los más exitosos de los últimos años. En 1993, en el CBOE, se operaron más de 30 mil millones de dólares en opciones sobre Telmex, importe cercano a 50% de la operación total en acciones en la BMV, durante ese año.

La experiencia previa con productos financieros derivados en México (OTC) demostró la existencia de una demanda real de estos instrumentos financieros, para controlar riesgos y administrar portafolios. También puso



en evidencia la necesidad de contar con un mercado organizado, con mecanismos prudenciales consistentes y confiables, adecuada información, bases de equidad para todos los mercados y participantes, así como la utilización de mecanismos de enlace entre los distintos mercados.

Algunas personas opinan que tomó demasiado tiempo que en México iniciara la negociación con algunos de los tipos de productos derivados –que a diferencia de los productos derivados OTC, requieren de una infraestructura legal y operativa más compleja-, en este caso futuros.

Antes siquiera de pensar en crear una bolsa de productos derivados era necesario contar con algunas condiciones básicas:

### **1.5.1 Fundamentos del proyecto**

El proyecto formal para la constitución de una Bolsa de Productos Derivados inició en México en 1994. Pero antes de iniciar la operación de Bolsa de estos instrumentos; había que hacer el diseño del mercado en términos de reglas que lo normaran, infraestructura operativa, instrumentación de normas y reglamentos internos de los participantes, en fin, diversas relaciones que en ese momento no existían en nuestro derecho Mexicano aplicable al mercado que nos ocupa, los funcionarios del sector financiero tuvieron que esperar 30 años para que en México se iniciara la negociación con algunos de los productos derivados que se conocen, en este caso los Futuros

### **1.5.2 Objetivos de desarrollo financiero**

Entre los aspectos que hacían aconsejable el funcionamiento de un mercado organizado de futuros y opciones estandarizados en México, se tuvieron presentes las siguientes ventajas:

- Establecer condiciones para una mayor competitividad financiera internacional.
- Desestimular la migración de capitales mexicanos a otros mercados.
- Lograr un balance adecuado entre importación y exportación de servicios financieros.
- Diversificar y flexibilizar los instrumentos disponibles por el sector financiero mexicano.
- Atraer la participación de intermediarios e inversionistas extranjeros.

- Desarrollar y facilitar la aplicación de mecanismos de administración de riesgos.
- Generar instrumentos de cobertura para empresas no financieras.
- Crear condiciones de complementariedad con productos listados OTC.

Las condiciones para la implantación son las siguientes:

1. La creación de un mercado estandarizado de futuros y opciones en México debía responder a: Promover el crecimiento y diversificación del mercado de productos estructurados, listados en la Bolsa Mexicana de Valores.
2. Crear un mercado de opciones y futuros listados, con toda la infraestructura necesaria para su adecuado funcionamiento, de acuerdo a los rigurosos estándares internacionales para los mercados de derivados.
3. Crear un mercado para la operación OTC de contratos "hechos a la medida", para inversionistas institucionales.

## **I.6 Estándares Internacionales**

*International Finance Corporation (IFC), International Organization of Securities Commissions (IOSCO)* y los estándares propuestos por el *G-30*, plantean, entre otros, los siguientes requerimientos:

- *Cámara.* Establecer una Cámara de Compensación centralizada.
- *Liquidación.* Modernizar el sistema bancario de pagos.
- *Regulación.* Homologar los estándares internacionales de regulación, autorregulación y supervisión.
- *Intermediación.* Establecer esquemas competitivos de intermediación y alcanzar niveles adecuados de capitalización y capacidad tecnológica de los participantes.
- *Cultura de derivados.* Difundir y promover el conocimiento de los productos derivados entre intermediarios, empresarios e inversionistas y desarrollar principios de administración de riesgos. En este punto actualmente el Mercado Mexicano de Derivados no ha logrado repuntar, sigue teniendo sesiones de operación muy bajas y los clientes prefieren seguir operando OTC.

- *Nivel de riesgo.* Utilizar los productos derivados de acuerdo con una política general de manejo de riesgo y capital; evaluando riesgos de mercado mediante análisis de probabilidad e indicadores de sensibilidad. Administrar riesgos de manera independiente. Realizar simulaciones para determinar el efecto de situaciones extremas de mercado y desarrollar condiciones de contingencia.
- *Valuación.* Valuar diariamente a precio de mercado (Marking to Market) y, en su defecto, valuar los portafolios con base en postura media de compra y de venta.
- *Posiciones límite.* Establecer límites de acuerdo con: recursos de capital, liquidez del mercado, utilidad esperada, experiencia del operador y estrategia general. Efectuar periódicamente proyecciones sobre necesidades de fondeo e inversión de acuerdo con posiciones en derivados (coberturas, colateral, efectivo).
- *Certificación.* Certificar la calidad ética y técnica de los participantes en las actividades del mercado.
- *Tecnología.* Contar con sistemas adecuados para captura, procesamiento y divulgación de información, liquidación, medición de riesgos y administración de cuentas.

Entre 1994 y 1997 se lograron significativos avances, tanto en aspectos estructurales y regulatorios, como en la generación de las bases que permitieran un mejor desenvolvimiento del mercado bursátil mexicano. Algunos de los logros preliminares fueron:

- Centralización de los procesos administrativos y de liquidación de todos los títulos negociados en el mercado de valores, incluyendo los títulos gubernamentales.
- Conexión a tiempo real entre la BMV y la S.D. Indeval.
- Valuación diaria de instrumentos de capital y de deuda.
- Simplificación del procedimiento legal para la ejecución de garantías.
- Fortalecimiento de los procesos de liquidación de operación, mediante la aplicación del sistema de Entrega contra Pago (DVP por sus siglas en inglés) a todas las operaciones con títulos inscritos en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios.
- Desarrollo del Sistema de Valores Prestables y Ventas en Corto.
- Promoción de la liquidez, por medio de reducciones de cuotas y comisiones, nuevas formas de "autoentrada" para los intermediarios, flexibilización de procedimientos de arbitraje y ejecución de operaciones internacionales.

- Incorporación de intermediarios internacionales en la BMV.
- Participación de bancos comerciales en el mercado de títulos de deuda de BMV.
- Incorporación en la BMV del Sistema Internacional de Cotizaciones (SIC), para listar y negociar títulos emitidos en el extranjero.
- Actualización del Código de Ética Profesional de la Comunidad Bursátil Mexicana.
- Proyecto de constitución de MexDer, como la Bolsa de productos derivados y de Asigna, Compensación y Liquidación, como la correspondiente Cámara.
- Publicación de las Reglas Operativas y el Marco Prudencial emitidas por la Autoridades Financieras para la creación de las instituciones y figuras participantes en el mercado de productos derivados listados.

Otros avances tales como el esfuerzo realizado por incrementar la competitividad internacional del mercado bursátil mexicano permitió:

- Ampliar la gama de títulos accionarios y de deuda que pueden servir como subyacentes de productos derivados.
- Ampliar la lista de títulos accionarios y de deuda que pueden constituir valores marginables (es decir que se puedan utilizar como apalancamiento en futuros).
- Disminuir los descuentos (Hercuts) para la estimación del valor neto de colateralización de los valores.

Estos logros hicieron posible optimizar el uso del capital requerido para operar productos derivados.

## 1.7 Conclusiones

El introducir un Mercado de Derivados en México fue algo inherente a la globalización de los mercados ya que en México se vio la necesidad de satisfacer un nicho de mercado que se había generado a través del OTC y debido a las constantes crisis del país no había sido posible introducir un mercado como este, en virtud de todo esto las autoridades siguiendo las instrucciones de instituciones como IFC, IOSCO y el G-30 lograron iniciar el proyecto del MexDer, este mercado se construyó de tal forma que crisis como el 95 u otras no generaran una pérdida irreversible para el mercado financiero por lo que se construyeron figuras a través de fideicomisos que veremos más adelante, pues así una pérdida grave sólo ocasiona la desaparición de los fideicomisos y no de las instituciones financieras; todo

esto ha provocado que el mercado tenga poca flexibilidad en cuanto a las decisiones sobre nuevas formas de operación o de nuevos productos; ya que unos cuantos toman las decisiones (Socios Liquidadores y Socios Operadores); aun así el haber creado este mercado ha significado un gran logro para el país pues de no haberse realizado se seguiría dependiendo de mercados extranjeros en lo concerniente a los contratos listados en el MexDer, sin mencionar la imagen financiera que se le atribuye, pues generan confianza en el inversionista extranjero; ya que esto minimiza el riesgo, el efectuar transacciones con empresas mexicanas que estén protegidas de posibles pérdidas en algún activo subyacente, ejemplo “*tipo de cambio*”, además se pensó en extender este mercado a todo tipo de personas tanto morales como físicas, sin embargo desafortunadamente muy pocos cuentan con el conocimiento de este tipo de mercado, por lo que sigue reservado para las grandes corporaciones e instituciones financieras.

## **CAPÍTULO II**

### **El Mercado Mexicano de Derivados (MexDer)**

#### **II.1 Constitución de MexDer**

La puesta en operaciones del Mercado Mexicano de Derivados constituye uno de los avances más significativos en el proceso de desarrollo e internacionalización del Sistema Financiero Mexicano. El esfuerzo constante de equipos multidisciplinarios integrados por profesionales de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), la Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles (AMIB) y la S.D. Indeval, permitió el desarrollo de la arquitectura operativa, legal y de sistemas necesaria para el cumplimiento de los requisitos jurídicos, operativos, tecnológicos y prudenciales, establecidos de manera conjunta por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores y el Banco de México (las Autoridades Financieras).

La importancia de que países como México cuenten con productos derivados, cotizados en una bolsa, ha sido destacada por organismos financieros internacionales como el International Monetary Fund (IMF) y la IFC, quienes han recomendado el establecimiento de mercados de productos derivados listados para promover esquemas de estabilidad macroeconómica y facilitar el control de riesgos en intermediarios financieros y entidades económicas.

El reto que se ha enfrentado es el de crear este tipo de mercado en un país que emerge de una severa crisis financiera y que se ha visto afectado significativamente por las fluctuaciones en los mercados internacionales. Esto ha requerido a las Autoridades Financieras Mexicanas, fortalecer la infraestructura regulatoria y prudencial aplicable, así como los sistemas de pagos, intermediarios y participantes.

Esta situación de cambio estructural en México ha exigido la imposición de requerimientos especiales de la International Federation of Stock Exchanges (conocida como FIBV por sus siglas en francés), la Futures Industry Association (FIA), entre otras. Por lo que nace una nueva regulación la cual fue sustentada por los siguientes criterios:

- *Limitación del concepto de valor*
- *Ampliar la gama de participantes*

*Problema:* La regulación vigente sólo permitía a las casas de bolsa y especialistas bursátiles celebrar operaciones en Bolsa (segmentación entre intermediación crediticia y bursátil).

*Solución:* Se crea un nuevo tipo de bolsa en la que pueden participar otras instituciones, incluyendo personas no financieras.
- *Imposibilidad de las instituciones para el depósito de valores de asumir riesgos.*

*Problema:* Las instituciones para el Depósito de Valores no pueden asumir riesgos, ni celebrar operaciones, por lo que no podía fungir como Cámara de Compensación.

*Solución:* Se crea la Cámara de Compensación de Opciones y Futuros como entidad específica del mercado.
- *Impedir que FOBAPROA y el FAMERVAL tuvieran que responder por quebrantos originados por productos derivados listados.*

*Problema:* Era necesario que los clientes no contaran con el apoyo de mecanismos de protección instrumentados.

*Solución:* Diseño de mecanismos prudenciales propios para este mercado, así como de mecánicas de segmentación de riesgos.
- *Impedir la contaminación de riesgos.*

*Problema:* No debía permitirse que un quebranto originado en derivados afectara el cumplimiento de las demás obligaciones de las casas de bolsa e instituciones de crédito, y viceversa

*Solución:* Con la figura del fideicomiso se segmenta el capital que las instituciones de crédito y casas de bolsa afectarán al mercado de derivados.

### II.1.1 Características de la nueva regulación

- *El fideicomiso como figura central del mercado.*
- *Énfasis en medidas prudenciales.*
- *Régimen transitorio.*
- *Administración y Control Corporativo*

El 31 de diciembre de 1996 fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación las "Reglas a que habrán de sujetarse las sociedades y fideicomisos que participen en la constitución y operación de un mercado

*de productos derivados cotizados en Bolsa*". Estas reglas definen la arquitectura del mercado, las bases corporativas para la constitución de la Bolsa y de su correspondiente Cámara de Compensación y Liquidación, así como las formas de operación de sus participantes. Estas reglas fueron modificadas el 12 de Agosto y el 30 de diciembre de 1998.

Adicionalmente, el 26 de mayo de 1997, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores publicó las "*Disposiciones de carácter prudencial a las que se sujetarán en sus operaciones los participantes en el mercado de futuros y opciones cotizados en bolsa*", mediante el cual se establecen las atribuciones y facultades de supervisión y vigilancia de la Bolsa, de la Cámara y de las propias Autoridades. Este documento define normas prudenciales de operación de los participantes y las facultades autorregulatorias de MexDer y Asigna. Estas disposiciones fueron modificadas mediante resolución publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 12 de Agosto de 1998.

A partir de los documentos normativos, emitidos por las Autoridades Financieras, se adecuaron los proyectos de "*Reglamento Interior de MexDer y Asigna, así como los Manuales Operativos*". De acuerdo con las facultades autorregulatorias otorgadas a la Bolsa y a la Cámara, se definieron normas de operación, procedimientos para la admisión de socios, procesos arbitrales y disciplinarios, mecanismos de auditoría, sanciones por incumplimiento, así como los ámbitos de competencia para la supervisión y vigilancia por parte de MexDer y Asigna.

La definición del marco normativo permitió redactar los "*estatutos corporativos de MexDer*", en calidad de sociedad anónima de capital variable, la estructura del capital, la integración y atribuciones del Consejo de Administración, las responsabilidades del Presidente del Consejo, del Director General y de los Comités; así como establecer la organización corporativa de la Cámara, en calidad de fideicomiso, con las atribuciones y responsabilidades de las distintas instancias de gobierno.

Antes de proceder a la constitución de MexDer y Asigna, se realizaron tres juntas informativas en los principales centros financieros del país: Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara; en las cuales se dieron a conocer las oportunidades y requisitos para participar como socios de las dos instituciones.



El 10 de junio de 1997 se constituyó un fideicomiso en Bancomer para recibir las aportaciones y adquirir los asientos de MexDer y el 16 de junio se abrió el “*fideicomiso para recibir aportaciones*” destinadas a adquirir los certificados de Asigna. La demanda por asientos de MexDer superó las expectativas y se acordó ampliar la oferta a 192 asientos, integrándose una lista de espera de socios potenciales. Actualmente no sólo se puede participar en la Bolsa comprando acciones, ya que se pueden arrendar las acciones para poder operar sin ser Socio de la Bolsa, esto es muy importante ya que aquellos que quieran operar sin necesidad de comprar acciones lo pueden hacer de forma simple y sin invertir mucho dinero en ello.

El 27 de junio de 1997 se efectuó la primera Junta Preconstitutiva de MexDer, en la cual se definió la estructura corporativa, cuyo órgano rector es la Asamblea de Accionistas, representada por un Consejo de Administración, secundado por seis comités: ejecutivo, normativo de auditoría, de certificación, técnico y de admisión, el disciplinario y arbitral y el de Cámara de Compensación. El 29 de julio del mismo año se llevó a cabo la segunda Junta Preconstitutiva y el 19 de agosto se realizó la primera Junta del Consejo de Administración Preconstitutivo.

El 22 de septiembre de 1997 se entregó a las Autoridades Financieras la solicitud para constituir MexDer y Asigna.

### **II.1.2 Régimen jurídico**

*MexDer y Asigna*, así como sus socios y otros participantes, están regidos por las siguientes disposiciones:

1. Reglas a las que habrán de sujetarse las sociedades y fideicomisos que intervengan en el establecimiento y operación de un mercado de futuros y opciones cotizados en Bolsa (publicadas el 31 de Diciembre de 1996 en el Diario Oficial)
2. Disposiciones de carácter prudencial a las que se sujetarán en sus operaciones los participantes en el mercado de futuros y opciones cotizados en Bolsa (publicadas el 26 de Mayo de 1997 por la CNBV).
3. Reglamento Interior de MexDer y Asigna, así como sus estatutos, manuales de procedimientos y otras disposiciones autorregulatorias.

4. Las demás leyes y disposiciones que aplican al Sistema Financiero Mexicano.

Es necesario que los contratos de futuros y opciones que se celebren en una bolsa sean estándares y que para que tal mercado pueda iniciar operaciones es necesaria la participación de al menos los siguientes :

Las bolsas, Los Socios Liquidadores, Las Cámaras de Compensación y también podrán intervenir (no obligatorios) en este mercado socios operadores con el fin de darle dinámica al mercado.

## II.2 Bolsa y Cámara de Compensación

*Las bolsas:* que serán sociedades anónimas cuyo objetivo consistirá en proveer las instalaciones, crear los comités necesarios para atender al menos los asuntos relativos a la Cámara de Compensación, finanzas, admisión, contencioso y disciplina, ética, autorregulación conciliación y arbitraje.

- Obligaciones
  - a. Proveer las instalaciones, mecanismos y procedimientos adecuados para celebrar los Contratos de Futuros y Contratos de Opciones;
  - b. Crear los comités necesarios para atender, al menos, los asuntos relativos a la Cámara de Compensación, finanzas, admisión, contencioso y disciplina, ética, autorregulación, y conciliación y arbitraje. En la integración de los comités deberá cuidarse en todo momento que no se presenten conflictos de interés. Además deberá designarse una persona responsable ante la Bolsa para cada uno de los comités;
  - c. Conciliar y decidir, a través de los comités que al efecto se establezcan, o de paneles de árbitros, las diferencias que, en su caso, se presenten por las operaciones celebradas en la Bolsa;
  - d. Llevar programas permanentes de auditoría a los Socios de la Bolsa, que sean Socios Liquidadores y Socios Operadores;
  - e. Vigilar la transparencia, corrección e integridad de los procesos de formación de los precios, la estricta observancia de la normativa aplicable en la contratación de las operaciones, que las

- actividades y dichas operaciones en Bolsa no se alejen de los usos bursátiles y sanas prácticas del mercado y se ajusten a las disposiciones aplicables, así como establecer, dentro de los lineamientos que, en su caso, determinen las Autoridades, las penas convencionales correspondientes;
- f. Diseñar y, con la previa autorización de las Autoridades, incorporar, Contratos de Futuros y Contratos de Opciones a ser negociados en la propia Bolsa;
  - g. Elaborar y someter a la aprobación de las Autoridades, los requerimientos estatutarios y demás requisitos que tendrán que cumplir los Socios Liquidadores;
  - h. Vigilar las operaciones en la Bolsa y Cámara de Compensación;
  - i. Llevar la documentación de las actividades, registros históricos, e informar a las Autoridades, con la frecuencia solicitada por las mismas, sobre todas las operaciones realizadas en la Bolsa;
  - j. Contar con un sistema de control interno que permita dar seguimiento preciso y conocer la información completa de cada transacción;
  - k. Dar a conocer periódicamente a través de medios de comunicación masiva, los nombres de los Socios Liquidadores autorizados para operar con ese carácter, y
  - l. Publicar sus estados financieros y presentar a las Autoridades el resultado de una auditoría externa realizada por alguna de las firmas que aprueben dichas Autoridades, efectuada por lo menos una vez al año.

## II.2.1 Inicio de Operaciones

El Mercado Mexicano de Derivados vio la luz el *15 de Diciembre de 1998* cuando inició operaciones con 5 Socio Liquidadores (BANCOMER, BANAMEX, SERFIN, INVERLAT, BBV) y aproximadamente 6 Socios Operadores entre ellos Stock & Price, Mexinder, Gama, Inverlat, etc, aunque anteriormente se mencionó que la demanda de acciones para MexDer superó las expectativas, desafortunadamente no todos pudieron cubrir el gasto inicial que implicaba ser Socio Operador del MexDer por lo que se inicio el mercado de forma precaria, por esas fechas sólo operaban las posiciones propias de los Socios Liquidadores; a partir de Abril de 1999 empezaron a operar por cuenta de terceros dando así al mercado una mayor consistencia. A pesar de ser un mercado incipiente en Junio de 1999 el

importe negociado en el MexDer superaba ya el negociado en la BMV pese a ello, el avance del MexDer ha sido difícil y aún no se puede hablar de un gran mercado pues la operación era baja y tendría que tomarse en cuenta el gran apalancamiento que se tiene en este tipo de instrumentos, mas adelante hablaremos de ello. Por ahora conviene seguir con las definiciones de los participantes de este mercado.

### **II.2.2 Como se constituye una Cámara de Compensación y sus funciones dentro del MexDer**

*Las cámaras de compensación* serán fideicomisos constituidos por las personas que reciban la correspondiente autorización de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, las cuales tendrán como fin actuar como contraparte de cada operación que se celebre en la bolsa, así como compensar y liquidar contratos de futuros y opciones.

Estos fideicomisos cuentan con una serie de restricciones, ya que únicamente podrán contar con dos tipos de fideicomitentes :

1. Los que participen en el mercado como socios liquidadores, quienes tendrán derechos corporativos y patrimoniales plenos
2. Y los que deseen invertir en tales fideicomiso, quienes deberán contar con la autorización de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y que tendrán derechos patrimoniales plenos y derechos corporativos restringidos.

Las autoridades las cuales deberán entenderse como la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) el Banco de México (BANXICO) y la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), estas evaluarán los antecedentes y la solvencia técnica y económica de las personas solicitantes, ya que es de suma importancia que las normas que regulen tal mercado propicien y fortalezcan la autorregulación de los participantes del mismo.

Aquí es importante señalar que al constituirse la cámara de compensación se esta poniendo de manifiesto que los clientes participantes en este mercado no cuenten con ningún apoyo de mecanismos de protección como los instrumentados para los clientes de las instituciones de banca múltiple y casas de bolsa, a través del Fondo Bancario de Protección al Ahorro (ahora

Instituto de Protección al Ahorro Bancario) y del Apoyo al Mercado de Valores, por tal razón la regulación vigente en el Mercado Mexicano de Valores hace especial énfasis en normas prudenciales mínimas, con base en las cuales las bolsas y cámaras de compensación realizaron sus reglamentos y manuales operativos internos con la finalidad de reducir los riesgos a que estén expuestos los participantes de dicho mercado.

La regulación vigente incorpora un régimen que hace obligatorio tanto para las cámaras de compensación como para los socios liquidadores que la integran contar con el capital necesario para realizar operaciones en este mercado, capital que en todo momento deberá ser proporcional al riesgo al que estén expuestos, también debe contener normas que tiendan a evitar una concentración indeseable en el control de estas.

Las *instituciones de banca múltiple* (las únicas autorizadas para actuar como fiduciarias de la Cámara de Compensación que se constituya) que deseen actuar como fiduciarias en fideicomisos que tengan por fin operar como Cámara de Compensación, deberán entregar lo siguiente:

1. Presentar solicitud de Autorización por escrito a la SHCP
2. Proyecto de contrato de fideicomiso
3. Proyecto de reglamento interno.
4. Una descripción de los mecanismos que se utilizarán para efectuar la compensación y liquidación de las operaciones, así como la recepción y entrega de las Aportaciones Iniciales Mínimas (AIMS) y de la Liquidación diaria.
5. Proyecto de los programas permanentes de auditoría que se aplicarán a los Socios Liquidadores y los mecanismos que permitan dar seguimiento a la situación patrimonial de dichos Socios Liquidadores
6. Las medidas que se adoptarían en caso de incumplimiento de algún Socio Liquidador, diseñando una red de seguridad para tales efectos.
7. Los manuales de políticas y procedimientos de operación, sistemas de administración de riesgos y control de riesgos ( actualmente se utiliza el SDC Compass para ambos propósitos), además de métodos de valuación para el requerimiento de las aportaciones, y
8. El proyecto de contrato que regirá las operaciones entre la Cámara de Compensación y los Socios Liquidadores, así como los proyectos de contratos que se utilizarán para la celebración de los Contratos de Futuros y Opciones.

9. En el caso de los Socio Liquidadores que pretendan constituir una Cámara de Compensación deberán presentar adicional a lo anterior un documento donde precise las políticas y procedimientos a seguir para resolver el probable conflicto de interés, que en las relación de sus operaciones como Socios Liquidadores y como fiduciarios en fideicomisos que actúen como Cámara de Compensación pudiere presentarse.

Para que una Cámara de Compensación se constituya deberá contarse con al *menos 5 socio liquidadores*, además de aquellos fideicomitentes (personas físicas o Morales) que autorice la SHCP oyendo previamente a la CNBV y al Banco de México.

En el contrato del fideicomiso respectivo se deberá pactar que el patrimonio de los fideicomisos podrá ser aportado por los Socios Liquidadores y/o por las personas que reciban la autorización antes mencionada.

En todo caso el 51% del patrimonio del fideicomiso (como mínimo) deberá ser aportado por los Socios Liquidadores; aquellos fideicomitentes que no tengan el carácter de Socio Liquidador sólo podrán nombrar en su conjunto, como máximo el 10% de los integrantes del comité técnico del fideicomiso, pero en todo caso nombraran cuando menos un integrante y no podrán formar parte de ningún otro comité que constituya la Cámara de Compensación.

Es importante señalar las obligaciones de las Cámaras de Compensación una vez constituidas.

- a. Establecer los mecanismos necesarios para efectuar la compensación y liquidación de las operaciones;
- b. Actuar como contraparte ante instituciones de crédito, casas de bolsa o Clientes por las operaciones que por cuenta de tales personas les lleven los Socios Liquidadores;

- c. Exigir, recibir y custodiar las Aportaciones Iniciales Mínimas, las Liquidaciones Diarias y las Liquidaciones Extraordinarias que les entreguen los Socios Liquidadores;
- d. Administrar y custodiar el Fondo de Compensaciones y el Fondo de Aportaciones;
- e. Elaborar y someter a la aprobación de las Autoridades los requerimientos estatutarios y demás requisitos que tendrán que cumplir los Socios Liquidadores;
- f. Pactar la posibilidad de intercambio de información con otras Cámaras de Compensación;
- g. Contar con mecanismos que les permitan dar seguimiento a la situación patrimonial de los Socios Liquidadores;
- h. Establecer programas permanentes de auditoría a los Socios Liquidadores;
- i. Establecer los controles internos necesarios para que los funcionarios y empleados encargados de su administración y operación, no puedan encargarse de la administración y operación de ningún Socio Liquidador;
- j. Instrumentar, vigilar y sancionar las medidas que deberán adoptarse para procurar la integridad financiera de la Cámara de Compensación, como lo son, entre otras, la determinación de las Aportaciones, la mutualización de riesgos entre los Socios Liquidadores, así como las demás medidas complementarias de corrección.
- k. Pactar en los contratos de fideicomiso que la propia Cámara de Compensación podrá intervenir administrativamente, cuando se presenten las circunstancias previstas en su reglamento interno a los Socios Liquidadores, con el objeto de aplicar las medidas correctivas necesarias para la sana operación de la Cámara de Compensación y de la Bolsa;
- l. Definir las medidas que deberán adoptarse en caso de incumplimiento o quebranto de algún Socio Liquidador, diseñando una red de seguridad;
- m. Definir coordinadamente con la Bolsa, un límite por Cliente para cada tipo de Contrato de Futuro y Contrato de Opción celebrados por un Socio Liquidador, a partir del cual no podrán incrementar el número de Contratos Abiertos o, en su caso, a partir del cual deberán dar un especial seguimiento a las actividades en la Bolsa del Socio Liquidador y de sus Clientes que se encuentren en tal

- supuesto. No obstante lo anterior, la Bolsa, durante el día, y previa consulta que efectúe con la Cámara de Compensación, podrá reducir el citado límite de acuerdo con el volumen que se hubiere operado en el mercado ese día;
- n. Fijar coordinadamente con la Bolsa, un número máximo total de Contratos Abiertos, para aquellos Contratos de Futuros y Contratos de Opciones, cuyo Activo Subyacente justifique tal medida, en función de la existencia del Activo Subyacente de que se trate en el mercado, y de la fecha de vencimiento de tales Contratos;
  - o. Crear al menos un comité de administración de riesgos y un comité de auditoría de acuerdo con las normas prudenciales que, en su caso, establezca la Comisión Nacional Bancaria y de Valores;
  - p. Proporcionar a las Autoridades con la frecuencia y de la manera que se les solicite, la información sobre su actividad y la de los Socios Liquidadores;
  - q. Someterse a la supervisión y vigilancia de la Bolsa;
  - r. Publicar sus estados financieros y presentar a las Autoridades el resultado de una auditoría externa realizada por alguna de las firmas que aprueben dichas Autoridades, efectuada por lo menos una vez al año, y
  - s. Informar al público trimestralmente sobre su situación financiera, sus fuentes de financiamiento y los mecanismos de protección que utilizarán en sus operaciones

En el Mercado Mexicano de Derivados existe una Cámara de compensación que se establece con el contrato de fideicomiso número F/30,430 , constituido en Bancomer SA institución de Banca Múltiple, Grupo Financiero, identificado como Asigna Compensación y Liquidación en adelante Asigna. Para evitar los conflictos de interés ( inciso 9) que se pudieran generar con el Socio Liquidador Bancomer Derivados y el Administrador del Fideicomiso de Asigna Bancomer Institución de Banca múltiple, se decidió poner “murallas chinas” las cuales consisten en ciertas acciones para evitar la comunicación entre el personal perteneciente al socio liquidador y el perteneciente a Asigna por lo que las ubicaciones de trabajo son distintas y además actualmente el personal que era inicialmente de Bancomer en Asigna ahora en su mayoría ya pertenece a Asigna por lo que en este sentido se evita el conflicto de interés inherente en esta relación.



El patrimonio de cada Cámara de Compensación, estará integrado cuando menos por el patrimonio mínimo, el fondo de aportaciones y el fondo de compensación.

El patrimonio mínimo el cual será equivalente a 15'000,000 (quince millones) de unidades de inversión, éste deberá aportarse en efectivo e invertirse en depósitos bancarios de dinero a la vista, valores gubernamentales o reportos con plazo de vencimiento no mayor a 90 días, sólo el 10% podrá invertirse en otros activos que aprueben las autoridades así como lo excedentes.

Fondo de aportaciones, es el que se constituye de las Aportaciones Iniciales Mínimas que entregan los socios liquidares por cada contrato abierto y pueden ser en efectivo ó valores gubernamentales, activos subyacentes, acciones autorizadas por la SHCP la Cámara las recibirá de las 9:00 a las 15:45 hrs. al precio de mercado menos el descuento (Hercuts) que en función de su volatilidad establezca la propia Cámara de Compensación de acuerdo a la metodología aplicada, los cuales serán valuados con el vector de precios de la BMV. El Fondo de Compensación es aquel que resulte ser el máximo de la siguiente proposición:

$$\text{Max}(\$100000, .12 * \text{AIM}'s, (.12 * \sum_{i=1}^{n*30} \text{aims})).$$

El porcentaje arriba mencionado lo determina el Subcomité de Admisión y Administración de Riesgos y está facultado para modificar en cualquier momento dicho porcentaje.

### II.2.3 Compensación y liquidación de Contratos

Se ha comentado que la Cámara de Compensación compensa y liquida los contratos operados en el MexDer, por lo que la compensación de contratos se refiere al cierre de los mismos con una operación de naturaleza contraria la cual puede generar una pérdida o ganancia para el participante, esta pérdida o utilidad se paga o se recibe de la Cámara de Compensación a través de la liquidación diaria asimismo la variación diaria de los contratos de futuros que permanecen abiertos la cual se calcula en el día t como sigue:

### Posición Larga

$$\text{Variación del Día}_t = \text{Precio de Cierre}_t - \text{Precio de Cierre}_{t-1}$$

### Posición Corta

$$\text{Variación del Día}_t = \text{Precio de Cierre}_{t-1} - \text{Precio de Cierre}_t$$

Para el caso de posiciones que se abran el mismo día el cálculo viene siendo el mismo, excepto por que en lugar de usar el precio del día anterior se usa el precio de concertación del Contrato de Futuro. La plusvalía o minusvalía que se genere de estas posiciones deberán liquidarse diariamente de las 9:00 AM a las 10:00 AM. La liquidación diaria se genera de todo lo referente a la actividad de operaciones, es decir, además de lo anterior serán materia de Liquidación Diaria los siguientes conceptos:

- a) Las aportaciones Iniciales Mínimas Correspondientes a los Contratos Abiertos, incluyendo los rendimientos generados con base al cálculo de ese día, este cálculo siempre considerará el monto de los valores entregados por ese concepto.
- b) Las aportaciones para la constitución del Fondo de Compensación, así como los rendimientos que estas generen con base al cálculo de ese día.
- c) Las cuotas y comisiones correspondientes a los servicios de compensación y liquidación de la Cámara de Compensación, mismo que serán calculados diariamente y liquidados en forma mensual en el reporte de ese día.

Todo esto integra en lo individual un saldo neto diario y deberá ser cubierto únicamente con efectivo, las AIM's se calcularan tomando en cuenta los valores en poder de la Cámara.

Liquidación Extraordinaria: a las sumas de dineros que exija la Cámara de Compensación las cuales comprenderán:

- a) Requerimientos de anticipos de Aportaciones Iniciales Mínimas
- b) Incremento en el porcentaje para el cálculo de Aportaciones Iniciales Mínimas.

- c) Liquidación de pérdidas potenciales por variaciones de precio de los Contratos.
- d) Requerimientos por ajustes de derechos.

La liquidación Extraordinaria únicamente se requerirá en efectivo pero si tomará en cuenta para el cálculo de dicha liquidación la posición de valores que posea en ese momento y podrá ser requerida en cualquier momento durante la sesión de negociación y antes del cierre del mercado a criterio de la cámara como parte de las facultades extraordinarias que le fueron otorgadas.

Las liquidaciones extraordinarias generalmente ocurren cuando existe demasiada volatilidad en el precio del Activo Subyacente, el precio del Futuro y/o la tasa de interés; cuando esto genera una pérdida o ganancia igual o mayor al porcentaje de la AIM requerida por cada Contrato de Futuro, la Cámara pueda modificar el parámetro de variación máxima esperada en el precio de un Activo Subyacente durante un día de negociación generando con ello un incremento en las AIM's; también cuando el incremento en el volumen de Contratos Abiertos calculado en forma neta provoque que los requerimientos de AIM's sea mayor o igual al porcentaje del Fondo de Aportaciones que defina el Subcomité de Admisión y Administración de Riesgos.

Todos estos recursos que los socios liquidadores entreguen a la cámara de compensación y aquellos que se generen producto de la inversión deberán reinvertirse debiendo prevalecer los criterios de seguridad y liquidez sobre los de rendimiento teniéndolos debidamente separados e identificados.

Además de estas liquidaciones existen aquellas derivadas por el Vencimiento de los Contratos de futuros las cuales son :

- Liquidación en efectivo (por diferencias): es una liquidación diaria más que se realiza en la fecha de liquidación del contrato de futuro.
- Liquidación en especie o al Vencimiento: es aquella en donde intervienen los contratos abiertos al cierre de negociación en la fecha de vencimiento, en esta liquidación existe un Banco Agente (para el caso del Futuro sobre el Dólar) y Casa de Bolsa Agente (para el caso de los Contratos de futuros sobre Acciones), como medida de riesgo la Cámara conjuntamente con la bolsa establecen un número de

contratos máximos abiertos a la fecha de vencimiento. El funcionamiento de esta liquidación de acuerdo a las posiciones que mantengan los Socios Liquidadores es como sigue:

1. Posiciones Largas: Recibirá de la Cámara de Compensación el número de unidades del Activo Subyacente que ampare el contrato de Futuro a Liquidar (en la fecha de liquidación), esto contra el pago del Saldo de Liquidación al Vencimiento (Un día después a la fecha de vencimiento).
2. Posiciones Cortas: Recibirá de la Cámara de Compensación el Saldo de Liquidación al Vencimiento (en la fecha de liquidación) contra entrega del número de unidades del Activo Subyacente que ampare dicho contrato. (Un día después a la fecha de vencimiento).

La Cámara de Compensación podrá intervenir administrativamente a un Socio Liquidador cuando el patrimonio de este se encuentre por debajo del mínimo establecido, asimismo podrá ceder por cuenta de estos Contratos Abiertos de un Socio Liquidador a otro u otros Socios Liquidadores para lo cual deberá obtener de aquellos un mandato irrevocable para tal efecto antes de que inicien operaciones y deberán actuar conforme las instrucciones que reciban de la propia Cámara de Compensación.

Queda de manifiesto la estructura en cuanto a salvaguardar el riesgo que mantiene la Cámara de Compensación versus sus contrapartes.

### **II.3 Socios Liquidadores, Socios Operadores y Clientes**

Los *Socios Liquidadores*: Existen 2 clases de Socios Liquidadores una vez que fueron aprobados por la Bolsa y la Cámara de Compensación, los que Operan por cuenta propia ( no permiten la adhesión de Terceros una vez constituido) y los que Operan por cuenta de Terceros (estos contemplan la adhesión de terceros con el carácter tanto de fideicomitentes como de fideicomisarios.

En todo caso sólo podrán operar aquellos Contratos de Futuros y Contratos de Opciones sobre el cual los citados intermediarios y entidades estén autorizados a operar conforme a las disposiciones aplicables. Las Casas de Bolsa no podrán realizar operaciones a través de Socios Liquidadores

cuando el Activo Subyacente de los Contratos de Futuros y Contratos de Opciones sea una divisa.

Concepto	Cuenta Propia	Cuenta de Terceros
Patrimonio Mínimo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2'500,000 dos millones quinientas mil Unidades de Inversión</li> <li>• 4% de las Aportaciones Iniciales Mínimas que se mantengan en la Cámara de Compensación por parte de este Socio Liquidador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5'000,000 cinco millones de Unidades de Inversión</li> <li>• 8% de las Aportaciones Iniciales Mínimas que se mantengan en la Cámara de Compensación por parte de este Socio Liquidador.</li> </ul>
Patrimonio Mínimo (Tipo de Inversión)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% debe aportarse en efectivo y mantenerse invertido en Depósito Bancarios a la vista.</li> <li>• Valores Gubernamentales con plazo menor a 90 días o reportos al referido plazo</li> <li>• Sin embargo hasta el 30% puede ser invertido en acciones de Bolsa, constancia de derechos fiduciarios de Cámara de Compensación y otros activos aprobados por la SHCP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% debe aportarse en efectivo y mantenerse invertido en Depósito Bancarios a la vista.</li> <li>• Valores Gubernamentales con plazo menor a 90 días o reportos al referido plazo</li> <li>• Sin embargo hasta el 30% puede ser invertido en acciones de Bolsa, constancia de derechos fiduciarios de Cámara de Compensación y otros activos aprobados por la SHCP.</li> </ul>
Fiduciarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Casas de Bolsas (CB) no pueden operar divisas. Solo operan sobre activos autorizados.</li> <li>• Instituciones de Banca Múltiple (IBM) Activos Autorizados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Casas de Bolsas (CB) no pueden operar divisas. Solo operan sobre activos autorizados.</li> <li>• Instituciones de Banca de Desarrollo.</li> <li>• Instituciones de Banca Múltiple (IBM).</li> </ul>
Fideicomitentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CB ó IBM (un solo fideicomitente) Activos Autorizados.</li> <li>• CB y IBM que estén dentro del mismo grupo.</li> <li>• Entidades Financieras del mismo Grupo de la CB e IBM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CB ó IBM Activos Autorizados.</li> <li>• Institución de Banca Múltiple.</li> <li>• Personas Físicas y Morales, Socios Operadores (Cualquier Activo).</li> </ul>

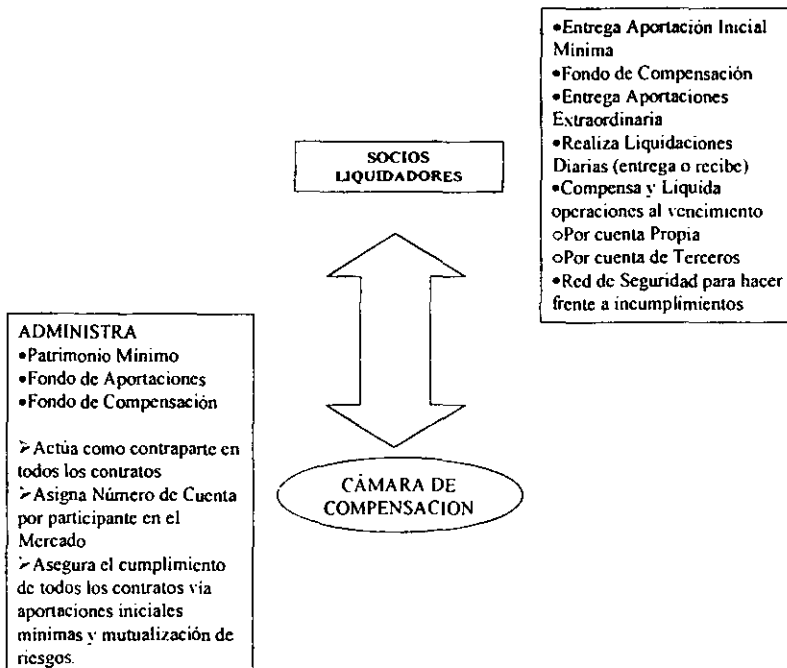
Las aportaciones que el Socio Liquidador realice al Fondo de Aportaciones y al Fondo de Compensación no computaran como patrimonio mínimo.

Las obligaciones del socio liquidador son las siguientes:

- Celebrar Operaciones
- Satisfacer los requerimiento patrimoniales de la Cámara de Compensación.
- Solicitar y entregar a sus Clientes, las liquidaciones Diarias que les correspondan y en su caso las liquidaciones Extraordinarias.
- Devolver a sus Clientes las Aportaciones una vez que se haya extinguido su obligación.
- Responder hasta por el limite de su patrimonio a la Cámara de Compensación respecto de las operaciones que celebren
- Responder solidariamente ante la Cámara de Compensación por el incumplimiento de las operaciones que celebre.
- Evaluar la situación financiera de sus Clientes.
- Convenir con sus clientes que les informe sobre los contratos abiertos que tengan con otros Socios Liquidadores.
- Informar a la Cámara de Compensación en un plazo no mayor de un día hábil si su patrimonio se encuentran por debajo del mínimo exigido.
- Informar a la Cámara de Compensación en un plazo no mayor a un día hábil cuando algunos de sus Clientes incumplan con sus obligaciones.
- Someterse a programas de auditoría
- Cumplir con las medidas que instrumente la Cámara de Compensación para procurar la integridad financiera de la Propia Cámara como lo son :
  - a) Mutualización de riesgos entre los Socios Liquidadores
  - b) Someterse a la intervención administrativa de la cámara cuando el patrimonio se encuentre por debajo de lo establecido.
  - c) Aceptar que la Cámara podrá ceder por cuenta suya contratos abiertos a otro u otros socios liquidadores
  - d) Observar las instrucciones que les de la propia Cámara respecto de la liquidación de los Contratos cuando no sea posible o conveniente intervenirla administrativamente.
  - e) Publicar cada tres meses sus estados financieros (solo por posición de Terceros).

Uno de los ejemplos que puede mencionarse como mutualización de riesgos esta pactado en el contrato de fideicomiso donde la Institución de Banca Múltiple o la Casa de Bolsa que actué como fiduciaria en Socios Liquidadores de Posición Propia y de Terceros; cuando el segundo pierda el patrimonio mínimo requerido para operar se utilizara el patrimonio que el primer tipo de Socio Liquidador mantenga en exceso del patrimonio mínimo requerido para operar, para cubrir las pérdidas del segundo, hasta donde alcance, y si llegara a extinguirse el Socio Liquidador de Posición de Terceros la Cámara de Compensación ordenará a quien actué como fiduciaria en el primero se abstenga de celebrar nuevos Contratos de Futuros y Contratos de Opciones y mantener la encomienda fiduciaria respectiva con el único propósito de cumplir con las operaciones celebradas con anterioridad a la extinción citada.

### Relación Cámara de Compensación – Socio Liquidador



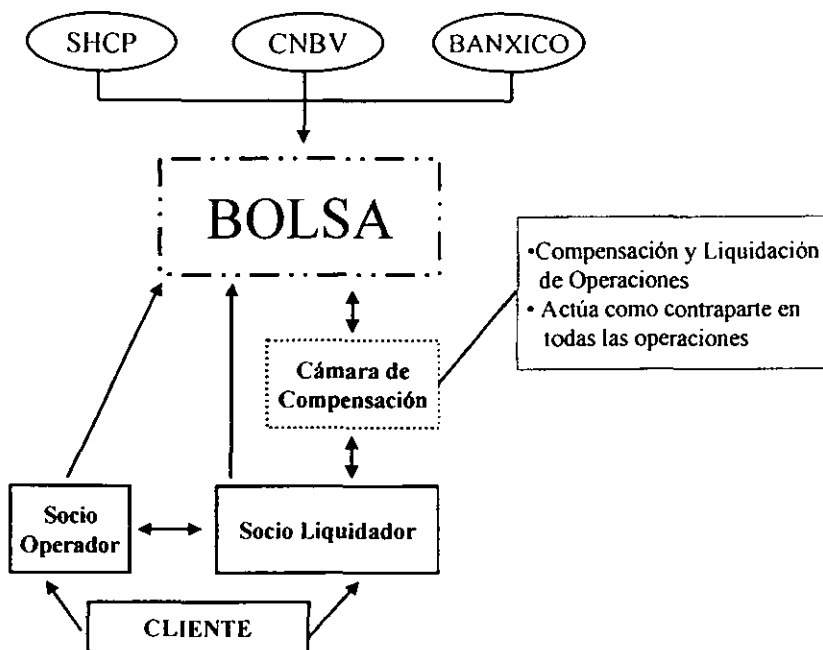
Los *Socios Operadores* realizarán operaciones celebrando un contrato mercantil con al menos un Socio Liquidador a través del cual este se obligue a responder solidariamente frente a la Cámara de Compensación por la operaciones que el socio realice por su cuenta, en el caso de que el Socio Operador actúe por cuenta propia deberá firmar un contrato de adhesión a fideicomiso del Socio Liquidador (i.e. como fideicomitente); si sólo actúa por cuenta de Terceros únicamente celebrará el primer contrato, deben contar con un Capital Mínimo equivalente en moneda nacional a 100,000 cien mil unidades de Inversión, y debe estar invertido en depósitos bancarios de dinero a la vista, valores gubernamentales con plazo de vencimiento menor a 90 días o reportos, computaran como parte del capital citado las inversiones que el Socio Operador efectúe en el capital de la Bolsa. Los socios Operadores en ningún caso podrán administrar o mantener Aportaciones que les entreguen los clientes. Las obligaciones de los socios operadores son las siguientes:

- Solicita y entrega a los Clientes las Liquidaciones Diarias (si así se convenido en el contrato de comisión respectivo)
- Solicitar a los Socios Liquidadores las Aportaciones que correspondan devolver a los Clientes, una vez que se haya extinguido su obligación (si así se convino)
- Informar a la Bolsa en un plazo no mayor a un día hábil si su capital se encuentra por debajo del exigido
- Someterse a auditorias de la Bolsa.

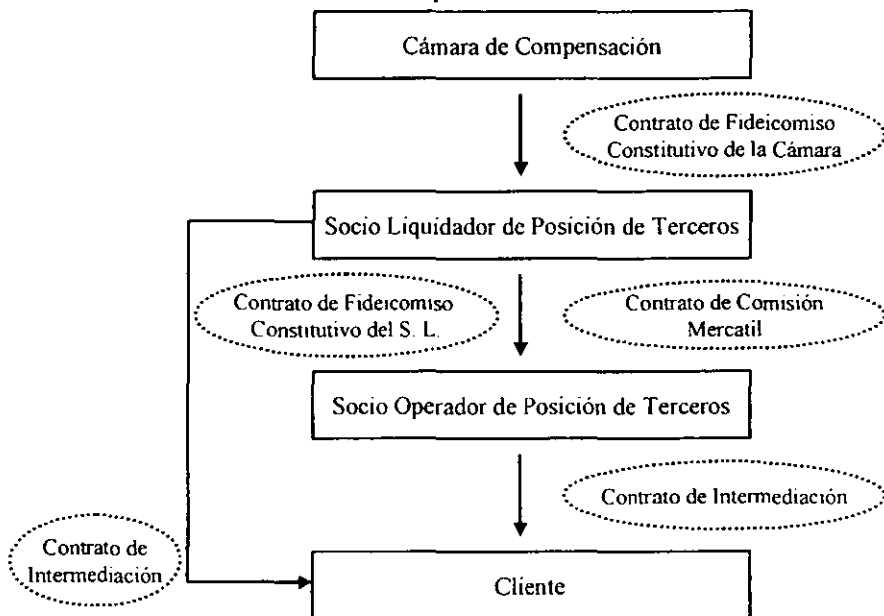
Los *Clientes* son todas aquellas personas físicas o morales que realizan un contrato de adhesión al fideicomiso del Socio Liquidador de Posición de Terceros y a la cuales se les evalúa en cuanto a su nivel de capitalización y riesgo para que puedan operar, los Socios Liquidadores establecen los límites de posiciones que estos pueden realizar en el MexDer. Los Socios Operadores también fungen como clientes cuando actúan por cuenta propia.

Por último podemos esbozar la relación de todo el mercado en términos de las funciones que realizan como sigue:





Teniendo como resultado un esquema Contractual:



### II.3.1 Especuladores, Hedgers y Brokers

Hasta ahora hemos estudiado la estructura del Mercado Mexicano de Derivados y sus participantes, se sabe que estas estructuras se pueden encontrar en cualquier Mercado de Derivados donde la Bolsa es conocida como “Exchange” y la Cámara de Compensación como “Clearing House” los socios Liquidadores funcionarían como agentes o “Brokers”, los Socios Operadores como comisionistas y cuando actúan por su cuenta y riesgo lo hacen como clientes. Los clientes pueden ser “Hedgers”, “Especuladores” o actuar haciendo “Arbitraje”, los “Hedgers” son aquellos participantes que acuden al mercado principalmente, para cubrir los riesgos que surgen de su actividad comercial o de producción y consumidores de materias primas, gestores de fondos, otros inversionistas y cualquier otra compañía cuya actividad genere riesgos de mercado en las categorías que los derivados abarcan; los “Especuladores” son participantes cuya motivación en el mercado es de una naturaleza esencialmente especulativa ( a menudo difíciles de distinguir de los inversionistas) y que dan liquidez al mercado con su actividades.

### II.3.2. Arbitraje

El tercer grupo importante de participantes son aquellos que se valen del arbitraje, el “Arbitraje” asegura una utilidad a un riesgo menor operando simultáneamente en 2 o más mercados; otra forma de verlo es considerando una estrategia que no requiere entradas fuertes de probables utilidades de mercado, es decir, como las oportunidades de arbitraje duran muy poco tiempo pues los precios tienden a “equilibrarse” no se sabe cuanto pudiera obtenerse de una transacción de esta naturaleza por la rapidez en la que cambian los precios, sin contar que el costo de las transacciones disminuirán la ganancia, sin embargo para corporaciones o empresas bastante grandes esto es una oportunidad de ganancia pues enfrenta bajos costos de transacciones. Desde una perspectiva económica la existencia de oportunidades de arbitraje implica que la economía esta en un *desequilibrio económico*, un *desequilibrio económico* es una situación en la cual los operadores están insatisfechos con la posición actual de sus portafolios, y la cambian, estas negociaciones hacen que los precios cambien moviéndose a una nueva economía en equilibrio.

## II.4 Características de los Contratos de Futuros en MexDer

Aunque la estructura de fideicomiso para el caso de la Cámara de Compensación y los Socios Liquidadores en otros mercados no existe sus funciones y obligaciones son muy similares a las expuestas aquí.

Ya mencionamos la definición de un contrato de futuro, de tal manera como se mencionó con anterioridad existen los siguientes términos y condiciones que están estandarizados en cada tipo de contrato:

- **Tamaño de Contrato:** especifica la cantidad de activo subyacente que es amparado por cada contrato. Esta es una de las actividades mas importantes en la bolsa ya que un contrato muy grande podría acarrear que muchos inversionistas que desean cubrirse de riesgos pequeños o aquellos especuladores que deseen tomar posiciones relativamente pequeñas no operarían en la bolsa, pero por otro lado se debe tener cuidado de estandarizar un tamaño muy pequeño pues puede salir demasiado caro negociar un contrato en la bolsa.
- **Periodo del Contrato:** Es el periodo de vigencia de un contrato el cual va a depender del tipo de Activo Subyacente que se ampare en dicho contrato ya que para el futuro del dólar los periodos son mensuales (durante 12 mes consecutivos y semestrales 2 periodos mas), en el caso del IPC son trimestrales, por lo que varia dependiendo del contrato de que se trate y va a depender de las necesidades de los participantes en el mercado.
- **Fecha de Vencimiento:** Es el Día Hábil en que expira el plazo de un Contrato.
- **Fecha de Liquidación:** Es el día hábil en que son exigibles las obligaciones derivadas de un contrato.
- **Tamaño de la Puja:** Es la minima cantidad que se puede mover el precio del contrato además de que simplifica el cálculo de la pérdida o ganancia diaria ya que cada movimiento de una puja tiene un precio, es decir, si sube una puja se pierde o se gana cierta cantidad establecida en el contrato dependiendo de la posición que se tenga.
- **Calidad del Activo Subyacente:** Se refiere a que debe de existir la misma calidad o tipo de subyacente al momento de realizar la entrega. Por ejemplo existen futuros de Petróleo tipo West de tal manera que si alguien compra o vende este contrato esta obligado a comprar o recibir solamente este tipo de Petróleo.

- **Lugar de Entrega:** En el contrato se especificará el lugar o la cuenta en la que se realizará la entrega del Activo Subyacente.

Las posiciones límites en un contrato de futuros se refiere al máximo número de contratos que un cliente puede tener, es decir, en MexDer el máximo número de contratos que un cliente puede tener en el Futuro de la TI28 (Tasa Interbancaria de Equilibrio a 28 días) se tienen los siguientes límites:

Las posiciones largas menos las posiciones cortas de una misma clase en valor absoluto no podrá ser mayor a 80,000 contratos para toda la clase.

La suma total de contratos largos y cortos para una misma clase no podrá ser mayor a 160,000 contratos.

Tres semanas antes del vencimiento de la serie la cantidad máxima de contratos abiertos no podrá ser mayor a 40,000 contrato y una semana antes a 20,000.00.

Es claro que el propósito de los límites es prevenir que los especuladores ejerzan una fuerza excesiva sobre los mercados, además de minimizar los riesgos inherentes a la entrega física de los Activos Subyacente (para el caso de los que liquidan en especie); estos límites pueden ser rebasados siempre y cuando se justifique que las posiciones abiertas se están utilizando como cobertura del Activo Subyacente del que se trate o de otro bien relacionado que se desea cubrir.

A continuación presentamos las características que se encuentran en las Condiciones Generales de Contratación para los contratos que actualmente se están negociando en el MexDer.

Mercado Mexicano de Derivados y el Cálculo del Valor en Riesgo de sus Instrumentos

Descripción	Divisas	Índices	Tasas	Tasas	Acciones Individuales
Características del Contrato	Dólar de los Estados Unidos de América	Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores	Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio a 28 días (THE)	Certificados de la Tesorería de la Federación a 91 días (CETES)	Cementos Mexicanos, S.A. CV Fomento Económico Mexicano, S.A. CV Grupo Carso, S.A. de CV G Fin Banamex-Accval, S.A. CV G Fin BBVA Bancomer, S.A. CV Teléfonos de México, S.A. CV
Tamaño del contrato	10,000.00 Dólares americanos	10.00 (diez pesos 00/100) multiplicados por el valor del IPC	100,000.00 Pesos	10,000 Cetes (Equivalente a \$ 100,000.00 pesos)	1,000 acciones
Periodo del contrato	Ciclo mensual hasta por trece meses más dos Seses Trimestrales	Ciclo trimestral, marzo, junio, septiembre, diciembre hasta por un año	Ciclo mensual hasta por doce meses	Ciclo trimestral marzo, junio, septiembre, diciembre.	Ciclo trimestral marzo, junio, septiembre y diciembre
Clave de pizarra	DEUA más mes y año de vencimiento DEUA MR00 (marzo de 2000)	IPC más mes y año de vencimiento IPC JN00 (junio de 2000)	TI28 más mes y año de vencimiento TI28 JN00 (junio de 2000)	CT91 más mes y año de vencimiento CT91 JN00 (junio de 2000)	Cuatro letras relacionadas a la acción + mes y año de vencimiento, por ej. BNCO DC00 FEMO DC00 CMXC DC00 GFBO DC00 GCAA DC00 TMXL DC00
Unidad de cotización	Pesos por dólar	Puntos del IPC	Índice 100 menos la Tasa Porcentual de Rendimiento anualizada	Índice 100 menos la Tasa Porcentual de Rendimiento anualizada	Pesos y centavos de peso por acción
Fluctuación de precio mínimo	0.001 pesos, valor de la puja por contrato 10.00 pesos	1.00 (un punto del IPC); por el valor de un punto del IPC (10.00 pesos)	1 valor de un punto base (0.01) del Índice anterior	Un punto base (0.01) del Índice anterior	El tamaño de la puja será igual a la utilizada en la negociación del subyacente en la BMV
Horario de negociación	7:30 a 15:00 horas tiempo de la Cd de México.	7:30 a 15:00 horas tiempo de la Cd de México.	7:30 a 15:00 horas tiempo de la Cd de México.	7:30 a 15:00 horas tiempo de la Cd de México.	7:30 a 15:00 horas tiempo de la Cd de México.
Último día de negociación y vencimiento	Dos días hábiles antes de la fecha de liquidación	Cuarto martes del mes de vencimiento o el Día Hábil anterior, si dicho martes es inhábil	El día hábil inmediato siguiente a aquél en que Banco de México realice subasta primaria de valores gubernamentales en la semana correspondiente al tercer miércoles de vencimiento	El día en que Banco de México realice subasta primaria de valores gubernamentales en la semana correspondiente al tercer martes de vencimiento	Cuarto martes del mes de vencimiento o el día hábil anterior, si el primero es inhábil
Liquidación al vencimiento	Tercer miércoles hábil (tanto para México como para EUA) del mes de vencimiento	Es el Día Hábil siguiente a la Fecha de Vencimiento	Día hábil siguiente a la fecha de vencimiento	Día hábil siguiente a la fecha de vencimiento	El segundo día hábil siguiente a la fecha de vencimiento

## II.5 Aportación Inicial Mínima, Sobremargen y Aportación por Entrega

A la mínima cantidad que debe depositar un cliente en una cuenta específica para poder operar un contrato de Futuros se le conoce como *Margen Inicial* y en el MexDer tiene su equivalente como *Aportación Inicial Mínima* (AIM), estos márgenes los establece la Bolsa y en el MexDer conjuntamente con la Cámara de Compensación. Habitualmente es un porcentaje del valor del contrato que oscila entre 5 y 20% dependiendo de la volatilidad del subyacente. Existe también el *Margen de Mantenimiento* que es un límite que impone la Bolsa y que el participante tiene que tener en su cuenta para poder efectuar las liquidaciones diarias, cuando el participante excede este margen en el sentido negativo tiene que restituir el margen inicial la notificación para hacerlo se denomina llamada de margen cuando lo excede en sentido positivo este puede retirar todo el excedente que se haya generado; En el MexDer en el caso del margen de mantenimiento se utiliza el Excedente de aportaciones Iniciales Mínimas (EAIM's) también llamado sobremargen y este lo solicita el Socio Liquidador quien es el encargado de establecer el límite el cual es un porcentaje sobre la suma de AIM's + EAIM's; en el momento en que este porcentaje sea excedido en el sentido negativo se realiza una llamada de margen al cliente por parte del Socio Liquidador. Existe una diferencia entre como se establece el límite para realizar la llamada de margen en Chicago en relación con el MexDer, ya que en el primero el porcentaje para hacer la llamada de margen se realiza sobre el margen inicial y en el segundo sobre la Aportación Inicial Mínima más el Excedente de Aportación Inicial Mínima en el cuadro 2-1a y 2-1b se da un ejemplo de estos márgenes, el papel que juegan estos márgenes es el de minimizar el riesgo de contraparte en cada contrato negociado.

Tabla 2-1a Margen Inicial, llamada de Margen Para otros Mercados

Día	Precio del Futuro	Variaciones	Margen Inicial	Movimientos De efectivo	Margen final
1	365	0	0	-2000	2000
2	362	-300	1700	0	1700
3	359	-300	1400	-600	2000
4	364	500	2500	500	2000
5	365	100	2100	100	2000

6	367	200	2200	200	2000
7	360	-700	1300	-700	2000

\* Nota: el porcentaje sobre el margen inicial es del 75%

Tabla 2-1b Margen Inicial, llamada de Margen en el MexDer

Día	Precio del Futuro	Variaciones	Margen Total	Movimientos De efectivo	Margen Final (CC)	EAIM (SL)
1	365	0	0	-3300	2000	1300
2	362	-300	3000	0	2000	1000
3	359	-300	3000	0	2000	700
4	364	500	3200	0	2000	1200
5	365	100	3300	0	2000	1300
6	367	200	3500	200	2000	1300
7	360	-700	2600	-700	2000	1300

\*Nota: el porcentaje sobre AIM's + EAIM es del 80%

Generalmente estos márgenes ganan intereses en el MexDer independientemente del tamaño de la cuenta.

*Aportación por entrega* es la cantidad adicional que solicita la Cámara de compensación en la fecha de vencimiento por cada contrato que se liquida en especie, ejemplo: Suponga que un cliente toma una posición larga y que el margen para ese contrato es de \$4,500, el sobremargen es \$0 y la aportación por entrega \$ 6,350; en la fecha de vencimiento el cliente esta obligado a proporcionar a la Cámara de Compensación \$ 1,850 = 6350-4500, adicional a los \$4,500 , los \$ 6,350 serán devueltos al cliente al día siguiente del vencimiento una vez que el cliente haya entregado el monto en pesos equivalente a la cantidad que ampara dicho contrato.

El siguiente cuadro contiene las cuotas que actualmente en el MexDer se tienen para poder operar con contratos de Futuros:

Tabla 2-1

Subyacente	AIM Individual	AIM Spread	Aportaciones Entrega
DÓLAR	\$4,500.00	\$1,800.00	\$6,350.00
IPC	\$5,500.00	\$3,300.00	*
CETE 91	\$600.00	\$300.00	*
TIIE 28	\$250.00	\$150.00	*
BANACCI 0	\$1,000.00	\$420.00	\$1,450.00
CEMEX CP0	\$4,000.00	\$1,900.00	\$5,650.00
FEMSA UBD	\$3,500.00	\$1,850.00	\$4,950.00
GCARSO A1	\$4,500.00	\$1,800.00	\$6,360.00
GFBB 0	\$450.00	\$200.00	\$650.00
TELMEX L	\$1,600.00	\$700.00	\$2260.00

\* Contratos Libres de Aportación de Entrega

## II.6 Posiciones Abiertas, Posiciones Contrarias, Spread e Interés Abierto del mercado

Una posición abierta se realiza cuando un participante toma una posición larga o corta en la Bolsa y esta no es cancelada con otra de naturaleza contraria, supongamos que el cliente A compra 2 contratos de DEUA AP01 y la mantiene durante ese día; al finalizar la operación el cliente tiene una posición abierta de 2 contratos largos sobre el futuro del dólar con vencimiento en abril.

Las posiciones contrarias se dan cuando un cliente toma una posición larga y posteriormente toma otra posición de naturaleza contraria que no compense la posición inicial no importando la clase o tipo de contrato del que se trate, supongamos que el mismo cliente A quien mantiene una posición larga de 2 contratos, ahora desea vender un futuro de tasa sobre la TIIE a 28 días, el cliente vende 10 contratos de TI28 MR01 al finalizar la operación el cliente mantiene 2 contratos Largos de DEUA AP01 y 10 contratos Cortos TI28 MR01 de tal manera que el cliente mantiene 2 contratos en posición contraria.

El Spread se da cuando un cliente toma una posición larga de una clase de contrato de futuro y posteriormente toma otra posición de naturaleza



contraría de la misma clase con distinta serie, supongamos que el cliente A se encuentra con sus 2 contratos largos sobre el futuro del dólar y vende 5 contratos de DEUA MY01 por tanto el cliente al final de la operación mantiene una posición abierta de 2 contratos largos y 5 contratos cortos generando un Spread de 2 contratos, lo cual hace que su riesgo disminuya pues si el cliente lleva su posición al vencimiento en Abril recibirá 20,000 dls y en mayo entregará 50,000 dls de tal manera que el cliente sólo requerirá 30,000 dls para cubrir sus obligaciones, debido a esto la Cámara de Compensación solicita una cantidad menor por estas posiciones en Spread, la tabla 2-1 nos indica que el margen inicial para una posición en Spread es de \$1,800 por lo tanto el cliente pagará por sus posiciones en Spread \$ 7,200 y por los otros contratos \$13,500.

Interés Abierto del Mercado, se refiere al número total de contratos que están generando obligaciones para los participantes o que se mantienen abiertos.

## II.7 Apalancamiento en Futuros

En las ciencias físicas el apalancamiento implica el uso de una palanca para levantar un objeto pesado con una pequeña cantidad de fuerza, en la política se dice que la gente que tiene “palancas” puede lograr una gran cantidad de cosas aun con la palabra o la acción mas pequeña. En la terminología de los negocios existe el apalancamiento operativo y el apalancamiento financiero el primero se refiere a los costos fijos, un negocio donde la mayoría de los costos totales son fijos da como resultado que un cambio en las ventas relativamente pequeño afecte significativamente el ingreso en operación, en el segundo es la medida en la cual una empresa usa el financiamiento por medio de deudas , por tanto el apalancamiento en los contratos de Futuros se da cuando el inversionista sólo aporta el margen inicial contra el tamaño del contrato, es decir, el inversionista tiene cierto grado de financiamiento con respecto al valor del contrato ya que no requiere pagar la valuación a mercado del contrato, solo la cantidad necesaria para resarcir las pérdidas de las posiciones que mantenga abiertas (margen inicial) , lo cual hace que el cliente mantenga una posición demasiado alta con respecto a su inversión inicial. Esto queda mas claro en el siguiente ejemplo.

$$\text{Apalancamiento} = \frac{\text{valor del contrato}}{\text{Margen inicial}}$$

Ejemplo: Si se compra 1,000 acciones en la bolsa de Valores de Cemex CPO a \$ 35 dando como depósito el pago total del importe de las acciones (\$35000) entonces un aumento del 10% en el precio producirá un rendimiento sobre la inversión de:

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{\text{cambio de valor}}{\text{capital invertido}} = \frac{3500}{35000} = 10\%$$

Apalancamiento 1:1

En cambio si para tener derecho a comprar un bien en el MexDer del futuro de CMXC CPO con un valor de \$ 35 X1000=\$35000; sólo se depositan \$ 4000, entonces un aumento del 10% en el precio producirá un rendimiento sobre la inversión de:

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{\text{cambio de valor}}{\text{capital invertido}} = \frac{3500}{4000} = 87.5\%$$

Apalancamiento 8.75 : 1

## II.8 conclusiones

Se pudo observar que la figura pilar del MexDer es la Cámara de Compensación ya que esta es la que lleva todo el riesgo junto con los Socios Liquidadores, es por eso que actualmente los Socios liquidadores tienen un peso predominante sobre cualquier otro participante, así las cosas muchas de las decisiones tomadas actualmente están basadas en los comités de operación (Socios Operadores) y de administración (Socios Liquidadores) que efectúan cada semana con el MexDer, esto hace que el mercado se un poco estrecho ya que sólo toma en cuenta las necesidades de algunos de esos grupos, así el MexDer ha generado su propia forma de operar "sui géneris", es decir, se compraron sistemas extranjeros para este tipo de mercado se tomaron todas las reglas de operación, pero en el camino han ido cambiando dichas reglas tales como las de operar el CETE y TIEE a tasa y no a precio como se realiza en todos los mercados, estos cambios han costado cantidades enormes de dinero pues los sistemas

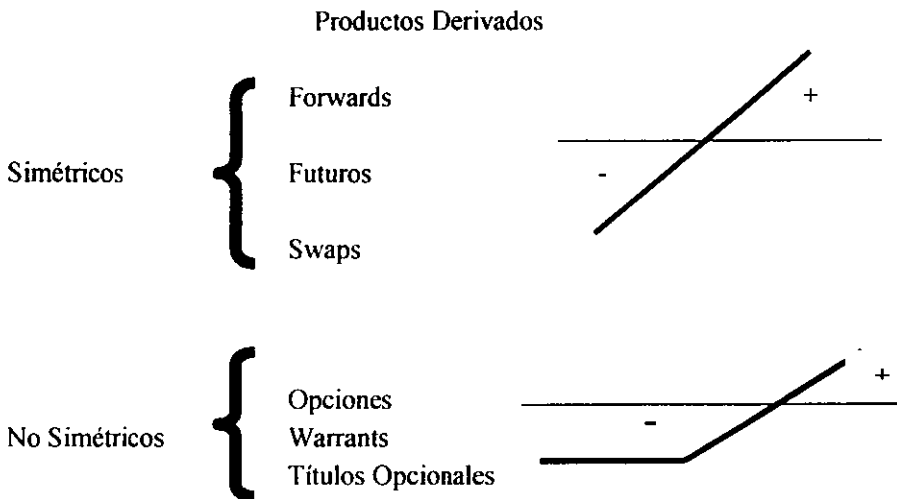
comprados requieren de adecuaciones a la mexicana lo cual entorpece el crecimiento de este mercado, que actualmente ha tenido muchos problemas para salir bien librado ya que muchos no confían en su liquidez y otros no lo conocen, sin duda es un mercado importante en nuestro país y para aquellos que saben diversificar su riesgo y utilizar las coberturas adecuadamente es toda una oportunidad, el gran apalancamiento que se tiene con estos instrumentos, la minimización del riesgo y la fácil forma de operación resulta muy atractiva para poder minimizar riesgos y generar utilidades.

## CAPÍTULO III

### Procesos de Operación

#### III.1 Productos en el Mercado de Derivados

La presente tesis se enfoca a los productos que actualmente tiene el Mercado Mexicano de Derivados, sin embargo es conveniente mencionar aquí otros productos derivados que también son fundamentales para la diversificación de riesgos y coberturas.

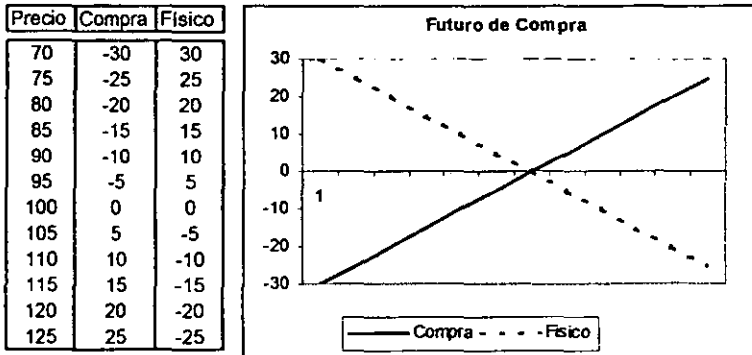


La simetría se refiere a que la cantidad que gana un inversionista por participar en este tipo de contratos es igual a la cantidad que perdería si el futuro se moviera en sentido contrario, en el caso de los no simétricos sucede que lo que gana el inversionista por una posición de este tipo no es igual a lo que perdería si el futuro se mueve en forma contraria, por ejemplo, en el caso de Opciones el comprador de un "Call" sólo pagará la prima pactada si el Activo subyacente baja (será lo único que pierda) su pérdida esta limitada mientras que para el vendedor es ilimitada; la ganancia para el comprador es ilimitada y para el vendedor es limitada.

### III.1.1 Forward Vs. Futuro

Al igual que en un contrato de Futuro un contrato Forward “obliga” a sus participantes a vender o comprar el Activo Subyacente de que se trate en un plazo determinado a un precio específico, por lo tanto la diferencia entre estos 2 tipos de contratos se basa en que los Forward se cotizan fuera de bolsa (OTC) y por tanto carecen de estandarización no tienen liquidez, requieren análisis de crédito o contraparte pues no requieren margen, se compensan al final del plazo, es decir no existe la marca a mercado y la fecha de entrega puede ser cualquier fecha que se haya acordado entre las partes, en la figura 3-1 se muestra a detalle una posición Larga en un contrato de Futuro o Forward, donde se esta corto en el físico o Activo Subyacente.

Figura 3-1



**Futuro de Compra:** Obligación de Compra de un activo a un precio fijo (futuro) en un plazo determinado

**Cuando Utilizarlo:** Cuando el precio del activo tiene tendencia a la alza

**Ganancia:** La ganancia se incrementa tanto como el precio del activo suba.

**Pérdida:** La pérdida se incrementa tanto como el precio futuro del activo baje.

**Futuro de Venta:** Obligación de venta de un activo a un precio fijo (futuro) en un plazo determinado

**Cuando utilizarlo:** Cuando el precio futuro del activo tienen tendencia a la baja

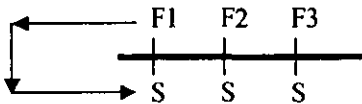
**Ganancia:** La ganancia se incrementa tanto como el precio del futuro del activo baje.

**Pérdida:** La pérdida se incrementa tanto como el precio futuro del activo suba.

### III.1.2 Swaps

Son contratos privados entre 2 compañías o individuos para intercambiar flujos de efectivo en el futuro en un determinado período, un contrato de swap debe contener la tasa de interés aplicable a cada flujo, la moneda en la que se pagaran esos flujos, el tiempo de dichos pagos, provisiones para cubrir la contingencia de riesgo contraparte y otros resultados que afecten la relación entre contrapartes, pueden ser vistos como portafolios de contratos Forward, el estudio de los swaps es por lo tanto una extensión natural del estudio de los contratos de Forwards y Futuros, una fórmula genérica puede ser :

$$\text{Swaps} = \sum \text{Forwards}$$



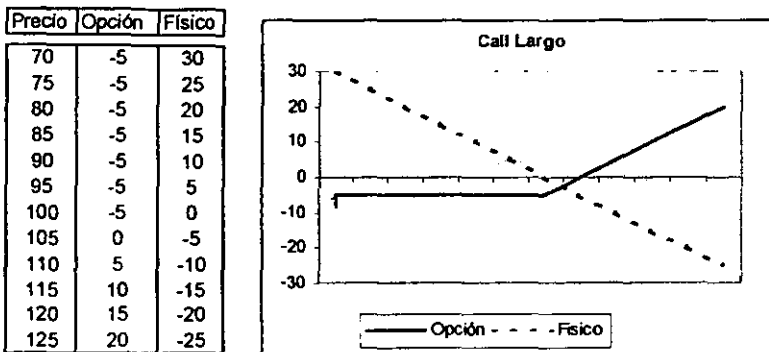
Existen diferentes tipos de contratos swaps dependiendo del Activo del que se trate el más común es el Swap de tasas, pero existen también los swaps de tipo de cambio, swaps de bienes y swaps de acciones.

### III.1.3 Opciones , Warrants

Es un contrato que otorga el “derecho” a su comprador de comprar o vender un determinado activo a un cierto precio durante un plazo o hasta una fecha específica. Existen 2 tipos básicos de opciones: calls y puts. Una *Opción Call* da al tenedor el derecho de comprar el bien en una cierta fecha a un cierto precio. Una *Opción Put* da al tenedor el derecho de vender un activo en una cierta fecha a un cierto precio, el precio en el contrato es conocido como *precio de ejercicio* o *precio strike*; la fecha en el contrato es conocida como la *fecha de expiración*, la *fecha de ejercicio* o la *fecha de maduración*. Las opciones pueden ser Americanas o Europeas. Una Opción Americana puede ser ejercida en cualquier fecha dentro de la fecha de expiración, mientras que una opción europea puede ser ejercida únicamente

en la fecha de expiración. Generalmente las opciones europeas son más fáciles de valorar que las opciones americanas. Es importante resaltar que el comprador de una opción tiene el derecho pero no la obligación y para ello el comprador paga siempre una prima al vendedor para poder gozar de este derecho, en los contratos de opciones en la bolsa sólo la parte vendedora descubierta deposita margen. Para el caso de los Warrants son similares a las Opciones con la excepción de que los primeros cotizan fuera de bolsa. En la figura 3-2 se puede apreciar el comportamiento de una posición en opciones (compra de un Call).

Figura 3-2



**Call Largo:** Derecho de compra de un activo a un precio fijo a un plazo determinado; Cuando utilizarlo: cuando el activo tiene tendencia alcista

**Ganancia:** La ganancia se incrementa tanto como el activo suba (ilimitada)

**Pérdida:** La pérdida se limita al monto pagado por la opción (prima)

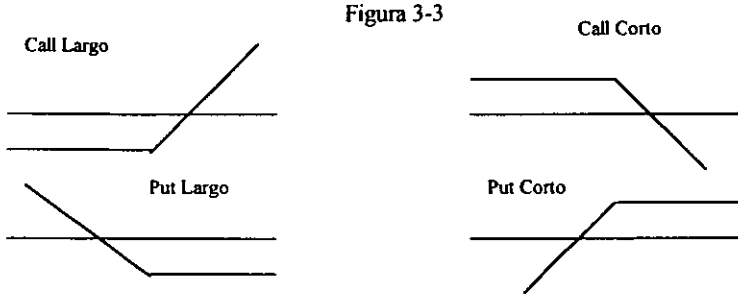
**Call Corto:** Obligación de Venta de un activo a un precio fijo en un plazo determinado; Cuando utilizarlo: Cuando el activo tiene tendencia a la baja o paralela; **Ganancia:** La ganancia se limita al monto pagado por la opción (limitada); **Pérdida:** La pérdida se incrementa tanto como el activo suba (ilimitada)

**Put Largo:** Derecho de Venta de un activo a un precio fijo en un plazo determinado; Cuando utilizarlo: Cuando el activo tiene tendencia a la Baja.

**Ganancia:** La ganancia se incrementa tanto como el activo baje. (ilimitada)

**Pérdida:** La pérdida se limita al monto pagado por la opción (prima) (limitada)

**Put Corto:** Obligación de Compra de un activo a un precio fijo en un plazo determinado; Cuando utilizarlo: Cuando el activo tienen tendencia a la alza o paralela; Ganancia: La ganancia se limita al monto pagado por la opción (prima) es limitada. Pérdida: La pérdida se incrementa tanto como el activo baje. En la figuras 3-3 se verán las posiciones antes descritas.



### III.1.4 Valor de Una Opción

El valor intrínseco de un Call:  $\text{máx.} = \{0, (s - k)\}$ , donde  $k$  = precio strike y  $s$  = precio spot o de mercado del activo.

El valor intrínseco de un Put:  $\text{máx.} = \{0, (k - s)\}$ .

Valor en el tiempo: El precio futuro de una opción dependerá de la fecha de expiración, el tiempo que falta para llegar a la fecha de expiración y la volatilidad. Entonces podemos decir que el valor de una opción esta dado por :

$$\text{Valor de una Opción} \left\{ \begin{array}{l} \text{Valor Intrínseco} \left\{ \begin{array}{l} \text{máx.} = \{0, (s - k)\} \\ \text{máx.} = \{0, (k - s)\} \end{array} \right. \\ \text{Valor en el tiempo} \left\{ \begin{array}{l} \text{Volatilidad del activo} \\ \text{Fecha de Expiración} \\ \text{Tiempo para expirar} \end{array} \right. \end{array} \right.$$



### III.2 Cálculo de la variación de los contratos de Futuros

En la medida en que suben y bajan los precios de lo diferentes contratos de futuros, cambia el valor del contrato.

El que tiene una posición Larga:  
-gana con el incremento del precio  
-Pierde con la disminución del precio.

El que tiene una posición Corta:  
-gana con una disminución del precio  
-Pierde con aumento del precio.

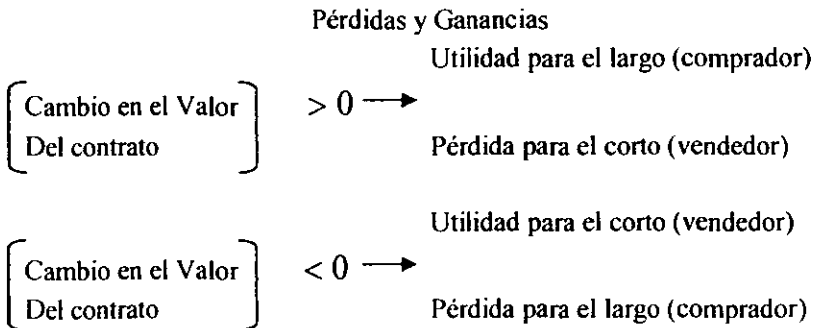
Cambio en el valor

$$\text{Del contrato} = (P_t - P_i) * \text{tamaño del contrato} * \# \text{ de contratos abiertos}$$

Donde:

$P_i$  = Precio del futuro al iniciar la posición

$P_t$  = Precio actual del Futuro



Ejemplo: Determinar la utilidad o pérdida para un comprador de un futuro de TIIIE a 28 días con clave de pizarra TI28 FB01 que adquirió a 82.20 y posteriormente lo vende en 82.16

Para el caso de tasas la fórmula queda como sigue:

Cambio en el valor

Del contrato  $= (P_t - P_i) * \text{tamaño del contrato} * \text{factor tiempo} * \text{un punto base} * \text{\#de Contratos}$

Donde

Factor tiempo = 28/360

$$\Rightarrow (82.16-82.2)*100000*.07778*.01=-\$3.111$$

ó

Cambio en el valor

Del contrato  $= 10 * \text{factor tiempo} * \text{puntos base} * \text{\#de Contratos}$

Donde

10 representa el valor de cada punto base con respecto al valor del contrato, es decir  $\$100000*.0001=10$

puntos base =  $(P_t - P_i)*100$

$$\Rightarrow 4*.7778*=-\$3.111$$

lo cual queda reducido a:

Cambio en el valor

Del contrato  $= (\text{valor de la puja} * \text{puntos base}).$

En lugar de usar el precio se pueden utilizar las tasas inherentes al contrato quedando como sigue:

Cambio en el valor

Del contrato  $= (VC_t - VC_i)$

Donde:

$VC_t$  = Valuación del contrato con la tasa actual

$VC_i$  = Valuación del contrato con la tasa inicial

Por lo tanto

$$VCt = \left[ 1 - \left\{ \left( 1 - \frac{82.16}{100} \right) * \left( \frac{28}{360} \right) \right\} \right] * 100000 = 98,612.444$$

$$VCt = \left[ 1 - \left\{ \left( 1 - \frac{82.20}{100} \right) * \left( \frac{28}{360} \right) \right\} \right] * 100000 = 98,615.555$$

$$\text{ó } (98612.444 - 98612.555) = \$ -3.111$$

Si suponemos que el cliente mantiene su posición y los precios anteriores son el Precio de Liquidación del día t y del día t-1, entonces al resultado anterior se le conoce como Marca a Mercado (MaM).

### III.3 Convergencia del precio de Futuro al Precio Spot

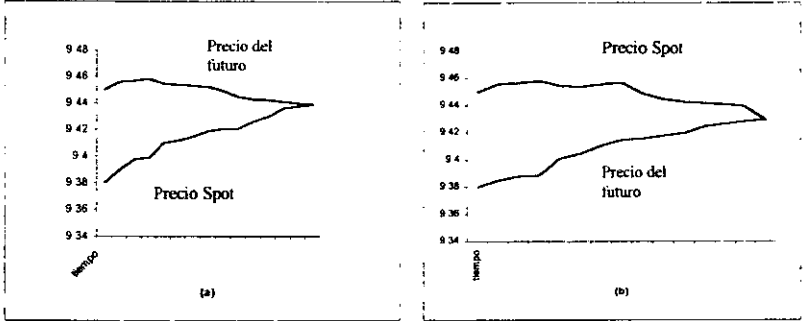
Cuando el mes de entrega del contrato de futuro se aproxima el precio del futuro converge al precio del Spot del Activo Subyacente, cuando la fecha de vencimiento es alcanzada el precio del futuro es igual o muy cercano al precio Spot. Para ver por que esto es así, primero supongamos que el precio del futuro esta arriba del precio Spot durante el período de vigencia del contrato de futuro, los operadores tienen una clara oportunidad de arbitraje:

1. Vender un contrato de futuro
2. Comprar el Activo Subyacente
3. Hacer la entrega

Estos 3 pasos nos llevan a una utilidad igual a la cantidad en la que el precio del futuro excede al precio Spot, un operador explota esta oportunidad de arbitraje ya que el precio del futuro caerá. Ahora supongamos que el precio del futuro esta por debajo del precio Spot durante el periodo de vigencia del contrato de futuro, una compañía interesada en adquirir el bien encontrará atractivo comprar un contrato de futuro para esperar hasta que la fecha de vencimiento llegue y le sea entregado el Activo Subyacente, cuando esto pasa el precio del futuro tenderá a elevarse, el resultado es que el precio de los futuros estarán muy cercano al precio Spot durante el periodo de vigencia del contrato. En la Figura 3-4 se ilustra la convergencia del precio del futuro al precio Spot en

cercano al precio Spot durante el periodo de vigencia del contrato. En la Figura 3-4 se ilustra la convergencia del precio del futuro al precio Spot en la figura 3-4a el precio del futuro esta arriba del precio Spot antes del mes de vencimiento, en la figura 3-4b el precio del futuro esta abajo del precio Spot antes del mes de vencimiento.

Figura 3-4



Antes de dar una definición formal de “basis o Costos de Acarreo” introduciremos los siguientes datos, sea  $F(t,T)$  que denota el precio del futuro en la fecha  $t$ , con una fecha de vencimiento en la fecha  $T$  y sea  $S(t)$  el precio Spot del Activo Subyacente que ampara el futuro, en un mercado eficiente el precio del futuro iguala al precio Spot en la fecha de Vencimiento, es decir, el precio del futuro en la fecha  $T$  es equivalente a la compra del Activo Subyacente en el Mercado Spot, Por lo tanto:

$$F(T,T) = S(T)$$

Antes de la fecha de vencimiento, el precio spot no necesariamente es igual al precio del futuro, al diferencial entre el precio del Futuro y el precio Spot antes de su fecha de vencimiento se le conoce como “Basis” y es defina como :

$$\text{Basis} \equiv F(t,T) - S(t)$$

### III.4 Método para el cálculo del precio teórico de los Futuros

Expondremos aquí la metodología para obtener los precios teóricos de los contratos de Futuros sobre el tipo de cambio y las tasas de intereses.

#### Supuestos

Estos supuestos determinan el grado en que la teoría coincide con la realidad.

1. No hay costos de transacciones, impuesto ni restricciones para ventas en corto
2. Los participantes del mercado suponen que no existe riesgo de contraparte o riesgo de “default” en cualquier contrato que se negocie.
3. Los mercados son competitivos, los participantes del mercado actúan como tomadores de precios.
4. Los participantes prefieren mas valor que menos
5. Los precios tienden a ajustarse, así que no existen oportunidades de arbitraje.

El supuesto 1, es impuesto por simplicidad de cálculo, existen 2 justificaciones para este supuesto, la primera es que las grandes instituciones financieras gozan de costos de operación más bajos e incluso en algunos casos no se les solicitan márgenes de mantenimiento o sobremargen, además en el caso del MexDer está por entrar una nueva modalidad para que estas Instituciones operen; llamada “Convenios de Liquidez” donde estas instituciones financieras podrán operar sin necesidad de ser socios de la Bolsa (sólo arrendaran las acciones) lo cual les da gran ventaja contra los pequeños inversionistas ya que sus costos serán mucho menores, por tanto si las instituciones financieras determinan sus costos, entonces no podríamos aquí describir una teoría, por lo que con este supuesto llegaremos a una aproximación razonable, segunda: no esperaríamos entender el mercado financiero considerando todo lo anterior, ni siquiera entenderíamos el comportamiento del mercado. Por tanto el supuesto 1 provee lo necesario para entender el comportamiento de los precios y es la mejor forma para la investigación.

Por las mismas 2 razones anteriores, el supuesto 2 es considerado; pues el hecho de que no haya riesgo contraparte es una primera aproximación razonable, es un complemento al supuesto 2, que no exista diferencia entre

el que pide prestado tasa y el que presta, así como no hay diferencias en el riesgo contraparte entre el que pide prestado y el que presta. Claro está que para los Futuros y Opciones que se negocian en mercados organizados la Cámara de Compensación es en realidad este supuesto, para los que se negocian OTC tratan de alcanzar este supuesto.

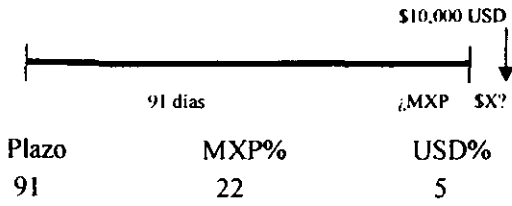
El supuesto 3; mercados competitivos es un postulado estándar de las finanzas modernas, esto implica que un operador puede comprar o vender un bien en la cantidad que quiera sin que la cantidad influya en el precio del bien, es decir, comprar una acción no sería diferente de comprar un millón de ellas; ya que la cantidad no afectaría el precio de la acción, los grandes mercados son lo mas parecido a este supuesto e incluso en ellos es solamente una aproximación, pues grandes compras o grandes ventas hacen que los precios cambien. La relajación de este supuesto es actualmente un área de investigación que involucra el estudio de estrategias de operación y manipulación de mercados.

El supuesto 4, donde los participantes del mercado prefieren mas valor que menos es un débil supuesto acerca de las preferencias, esto puede ser explicado en el siguiente ejemplo, a los participantes del mercado le son presentadas 2 estrategias de inversión la A y la B ambas tienen el mismo costo y el resultado de efectivo lo obtendrá en fechas futuras comunes de vencimiento, para esa fecha, supongamos que el valor del dólar para la estrategia A excede al valor del dólar de la estrategia B para algunos resultados y en todos los demás son iguales, entonces bajo este supuesto todos los participantes del mercado preferirían a la estrategia A sobre la estrategia B.

Por ultimo el supuesto 5, donde se manifiesta que no existen oportunidades de arbitraje (ya se discutió en el capítulo anterior la justificación para este supuesto) . Este supuesto generalmente se considera “variable”. Cuando se estudia la relación del precio de mercado contra el precio “justo o teórico”, y se encuentra diferencia en los precios significa que este supuesto “variable” ha sido violado y no “permanece” generalmente se toma como evidencia de una oportunidad de arbitraje.

### **III.4.1 futuros de Tipo de Cambio**

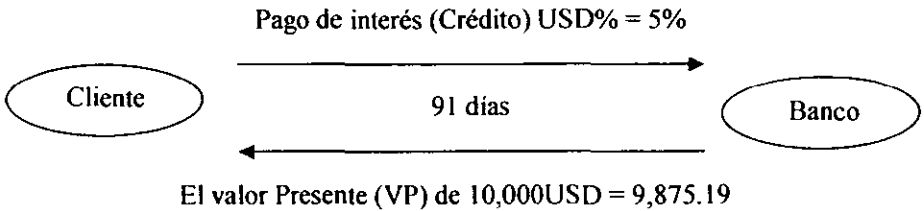
Un inversionista sabe que dentro de 91 días recibirá USD (dólares americanos) \$10,000 el cual quiere convertir a MXP\$ (pesos mexicanos), y desde hoy quisiera conocer el Tipo de cambio para dentro de 91 días



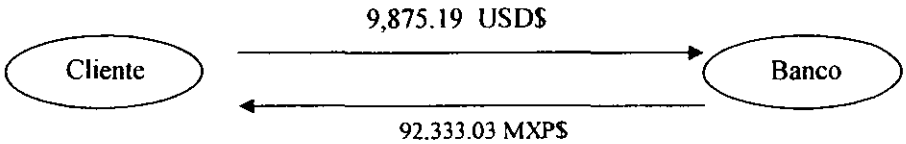
El tipo de cambio hoy es de \$9.53 MXP\$ X 1 USD\$

Analicemos el sintético de esta operación, es decir, si no existiera el mercado de derivados.

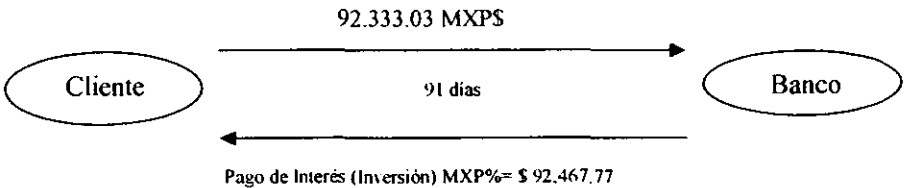
- a) pide prestado a 91 días los 10,000 USD a Valor presente a una tasa de USD%



- b) Cambia a MXP\$ los 9,875.19 USD a \$9.35



- c) y lo invierte a 91 días a MXP%



Por tanto el tipo de cambio al finalizar el plazo es de \$9.75 . Ahora veamos esto, suponiendo que podemos tomar una posición en el mercado de futuros.

El cálculo del precio teórico de un contrato de futuro sin arbitraje es el siguiente:

$$\text{FUTURO}_{\text{divisa}} = \text{TDC}_{\text{divisa}}^{\text{doméstica}} \left( \frac{1 + \frac{\text{Doméstica}\% \cdot \text{Plazo}}{360}}{1 + \frac{\text{Divisa}\% \cdot \text{Plazo}}{360}} \right) \quad 3.1$$

⇒

$$\text{FUTURO}_{\text{dólar}} = \text{TDC}_{\text{USD\$}}^{\text{MXP\$}} \left( \frac{1 + \frac{\text{MXP}\% \cdot \text{Plazo}}{360}}{1 + \frac{\text{USD}\% \cdot \text{Plazo}}{360}} \right) \quad 3.2$$

⇒

$$\text{FUTURO}_{\text{peso}} = \text{TDC}_{\text{MXP\$}}^{\text{USD\$}} \left( \frac{1 + \frac{\text{USD}\% \cdot \text{Plazo}}{360}}{1 + \frac{\text{MXP}\% \cdot \text{Plazo}}{360}} \right) \quad 3.3$$

Donde:

Doméstica% = Tasa de la Moneda Doméstica

Divisa% = Tasa de la Moneda Divisa

Plazo = Días por vencer

También la fórmula para obtener el precio teórico de futuros sobre tipo de cambio se puede definir con tasa continua, siempre y cuando contemos con esta tasa, sino será necesario aplicar la triple igualdad que más adelante se muestra, de tal manera que aplicando esta fórmula o la fórmula anterior obtendremos el mismo precio. Es importante señalar que en este tipo de tasas el año base es de 365 días.



$$\text{Futuro}_{\text{divisa}} = S * e^{(r - r_f)T} \quad 3.4$$

Donde:

$r$  = Tasa doméstica

$r_f$  = Tasa Divisa

$T$  = Días por vencer

$S$  = Precio Spot de la divisa doméstica equivalente a lo que te cuesta obtener una unidad monetaria en la divisa extranjera.

En México se utiliza la primera propuesta fórmula (3.1) y a nivel internacional se utiliza la fórmula (3.4), de tal manera que las 2 fórmulas aplicando “triple igualdad” para encontrar las tasas para cada una de estas fórmulas deberá de dar el mismo precio futuro.

$$(1 + i) = \left(1 + \frac{i^{(m)}}{m}\right)^m = e^i \quad 3.5$$

Siguiendo con nuestro ejemplo, ahora utilizaremos la fórmula (3.2), supongamos que el mismo inversionista tiene la oportunidad de tomar una posición en el contrato de futuro (analizaremos tanto la compra como la venta).

Datos :

MXP% = 22%

USD% = 5%

Plazo = 91 días

TDC = 9.3 MXP\$ / .106952

Cotización de Futuro (Compra / Venta)

$$\text{FUTURO}_{\text{dólar}} = 9.35 \frac{\text{MXP\$}}{\text{USD\$}} \left( \frac{1 + \frac{.22*91}{360}}{1 + \frac{.05*91}{360}} \right) = 9.746775$$

$$\text{FUTURO peso} = .106952 \frac{\text{USD\$}}{\text{MXPS}} \left( \frac{1 + \frac{.05 * 91}{360}}{1 + \frac{.22 * 91}{360}} \right) = .102598$$

Por tanto el inversionista asegura de la misma forma que en el sintético, el precio futuro para dentro de 91 días utilizando estos instrumentos, ya que vendería un futuro de TDC (dólar), y así asegurar la venta a 9.746775 independientemente de cual sea el precio del spot en la fecha de vencimiento, es claro que es mucho mas fácil tomar esta posición en un mercado de futuros que realizar el sintético que tiene el inconveniente de realizar varias operaciones con los bancos sin mencionar que estos tomaran ventajas de arbitraje sobre las operaciones que el inversionista desee realizar, lo cual hará que el precio se eleve.

Para futuros de acciones e índice se realiza la misma fórmula, lo único que se tiene que considerar en el caso de las acciones es el pago de dividendos o los flujos de efectivo durante la duración del contrato.

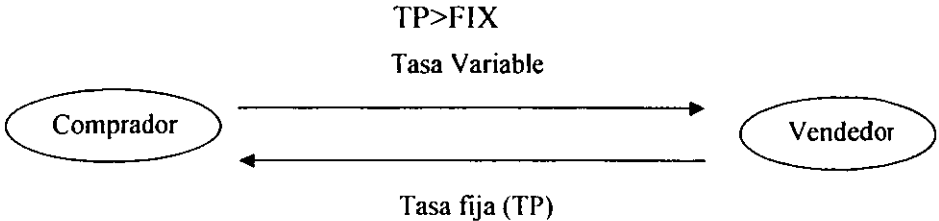
**III.3.2 futuros de Tasas**

Compra —————> garantiza una tasa de inversión en el futuro

Venta —————> garantiza una tasa de Crédito en el futuro

**Compra de tasa:**

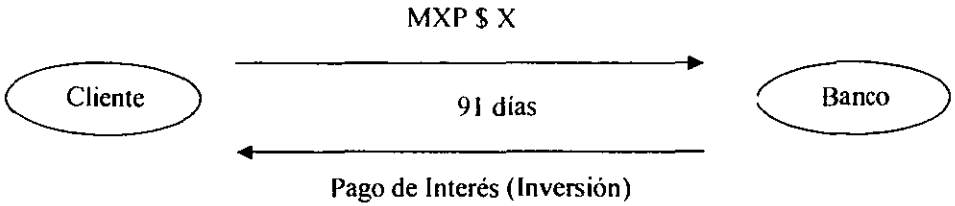
El comprador tendrá el derecho de recibir del vendedor, en caso de que la “Tasa Observada (FIX)” sea menor que la “Tasa Pactada (TP)”, una cantidad (Diferencial entre FIX y TP) con respecto al monto de referencia y plazo de referencia de la Tasa.



**Venta de Tasa:**



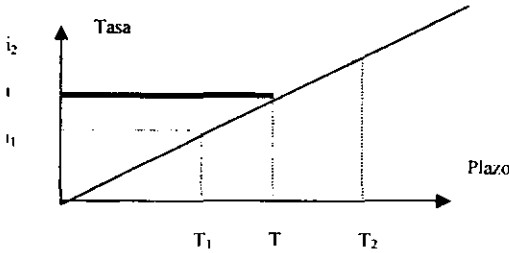
b) y lo invierte a 91 días.



Antes de proporcionar la fórmula para el futuro de tasas, introduciremos la fórmula para obtener tasas no conocidas que se encuentran dentro de un rango de tasas conocidas, a esta fórmula se le conoce comúnmente como “Interpolación de tasas”, esto se explica mejor en la figura 5-3

$$i' = \frac{(T - T_2)}{(T_1 - T_2)} \cdot (i_1 - i_2) + i_2 \quad 3.6$$

Figura 5-3



$$\text{Tasa}_{30\%} = \left( \frac{30 - 28}{91 - 28} \right) (.23 - .221) + .221 = .221286$$

$$\text{Tasa}_{121\%} = \left( \frac{121 - 91}{182 - 91} \right) (.232 - .23) + .23 = .230659$$

Cotización del futuro ( Compra o Venta ):

$$\left( 1 + \frac{121\%}{360} * 121 \right) = \left( 1 + \frac{30\%}{360} * 30 \right) \left( 1 + \frac{FUTURO}{360} 91\% * 91 \right) \quad 3.7$$

Cotización de futuro ( Compra o Venta ) despejando la ecuación (3.7) tenemos:

$$FUTURO_{91\%} = \left( \frac{1 + \left( \frac{121\%}{360} * 121 \right)}{1 + \left( \frac{30\%}{360} * 30 \right)} - 1 \right) \left( \frac{360}{91} \right) \quad 3.8$$

$$\Rightarrow \text{Precio\_futuro} = (1 - FUTURO_{91\%}) * 100 = (1 - .229517) * 100 = 77.05$$

ahora si estudiamos la fórmula del futuro tenemos que :

$$FUTURO_{PF\%} = \left\{ \frac{\left( 1 + \frac{PL\%}{360} * PL \right)}{\left( 1 + \frac{PC\%}{360} * PC \right)} - 1 \right\} \left( \frac{360}{PF} \right) \quad 3.9$$

$$\text{Precio\_futuro} = (1 - FUTURO_{PF\%}) * 100$$

Donde:

PL% = Tasa de Plazo Largo

PL = Plazo Largo

PF = Plazo futuro

PC% = Tasa de Plazo Corto

PC = Plazo Corto

También la fórmula para obtener el precio teórico del futuro sobre tasas se puede definir con tasa continua, siempre y cuando contemos con esta tasa, sino será necesario aplicar la triple igualdad mostrada con anterioridad, de tal manera que aplicando esta fórmula o la fórmula anterior obtendremos el mismo precio. Como antes el año base es de 365 días.

$$FUTURO_{PF\%} = \frac{I_e T_2 - I_e T_1}{T_2 - T_1} \quad 3.10$$

Donde:

$I_{e2}$  = Tasa del Plazo Largo

$I_{e1}$  = Tasa del Plazo Corto

$T_2$  = Plazo Largo

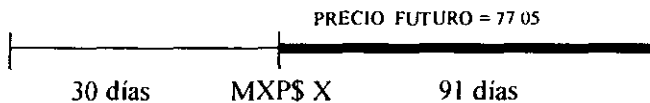
$T_1$  = Plazo Corto

En México se utiliza la primera propuesta fórmula (3.9) y a nivel internacional se utiliza la fórmula (3.10), de tal manera que las 2 fórmulas aplicando "triple igualdad" para encontrar las tasas para cada una de estas fórmulas deberá de dar el mismo precio futuro.

En el ejemplo anterior si sustituimos nuestros valores en la fórmula (3.9) debemos de llegar al mismo precio al que llegamos utilizando el método sintético.

$$\text{FUTURO}_{PF\%} = \left\{ \left( \frac{1 + \frac{.230659}{360} * 121}{1 + \frac{.221286}{360} * 30} \right) - 1 \right\} \left( \frac{360}{91} \right) = .229517$$

$$\Rightarrow \text{Precio\_futuro} = (1 - \text{FUTURO}_{PF\%}) * 100 = (1 - .229517) * 100 = 77.05$$



El inversionista compra un futuro de Tasas (Cetes), y asegura su tasa de inversión, transcurridos los 30 días suponemos que la tasa en el mercado es del 22%, de tal manera el garantizó ó aseguro esta tasa comprando el FUTURO al 22.9517% ó 77.05 si se cotiza a precio, por lo que el inversionista ha obtenido una ganancia que se expresa sobre el diferencial obtenido entre las Tasa Futura y la tasa FIX (22.9517-22) de 95.17 puntos base multiplicado por la puja del contrato o como se expresó en el capítulo III sección 2.

### III.4 Conclusiones

La gran diversificación de productos derivados es hoy el pan nuestro de cada día por lo que es necesario estar familiarizados con los productos básicos de este mercado y tener bien clara la forma de operar de estos para una mejor estrategia de negocios, el MexDer precisamente cotiza los instrumentos más fáciles de este mercado, pues las opciones no han sido introducidas esto tal vez a que las opciones son mucho más difíciles de valuar en cuanto a exposición al riesgo y además por la falta de conocimiento sobre estos instrumentos, de cualquier forma siempre es recomendable separar a los derivados en los 2 grandes grupos: simétricos y no simétricos y de ahí determinar su comportamiento, no es fácil pero poco a poco se ha ido obteniendo mayor información de estos productos y de su administración a medida que las interrelaciones con otros países se han dado.

## CAPÍTULO IV

### La administración de Riesgos y su Metodología

#### IV.1 Introducción a la Administración de Riesgos

La parte inesperada del rendimiento, es decir, la parte que resulta de la sorpresa, constituye el verdadero riesgo de cualquier inversión, después de todo siempre se recibe exactamente lo que se espera, la inversión es totalmente predecible y por definición libre de riesgo, lo que en realidad genera el riesgo de invertir en un activo proviene de las sorpresas o eventos desfavorables inesperados. El riesgo se divide de forma general en *riesgo sistemático* y *riesgo no sistemático* el primero es el que influye en mayor o menor grado sobre un gran número de activos, por esta razón es conocido como riesgo de mercado (pues tiene efectos sobre todo el mercado), el segundo es el que afecta a un solo activo o a un pequeño grupo de activos, por lo tanto estos riesgos son específicos para algunas empresas se les denomina también riesgos únicos o riesgos específicos del activo. Sin embargo la distinción anterior nunca es tan exacta debido a la interrelación que actualmente existe en el mundo, y los inversionistas o empresarios al realizar los flujos de sus rendimientos esperados deben de incluir los 2 riesgos anteriores, en la presente tesis, sin embargo únicamente nos avocaremos al estudio del riesgo sistemático o riesgo de mercado

En el pasado las instituciones financieras desagregaban sus riesgos y los consideraban a cada uno de manera individual, sin embargo hoy en día este acercamiento es limitado debido al incremento en:

- La complejidad de los productos
- Las interrelaciones entre los diferentes mercados
- La importancia de la valuación de los productos de un portafolio

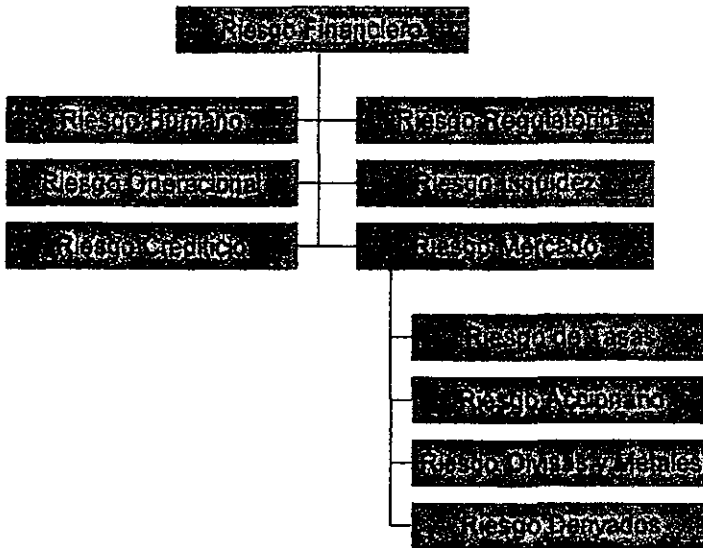
En el futuro las instituciones financieras líderes se distinguirán por la administración inteligente de sus riesgos.

El *riesgo es multidimensional*, por lo que la autoridad de un negocio para tomar un riesgo debe basarse principalmente en la capacidad del equipo administrativo para medir y manejar las *múltiples dimensiones del riesgo*. Como ya mencionamos antes el riesgo sistemático es el tema que nos interesa; pero nos gustaría presentar aquí la división de los 2 grandes tipos



de riesgos uno puede “dividir y ordenar” estas múltiples dimensiones del riesgo. (ver Figura 4-1)

Figura (4-1)



Existen muchas preguntas básicas en el manejo de riesgos, cuando se considera entrar en alguna actividad de negocio, tales como

1. ¿Cómo se pueden reducir en forma significativa las posibilidades de una pérdida sustancial?
2. ¿Cómo se puede proteger uno contra pérdidas cuantiosas cuando se tienen un negocio rentable?
3. ¿Cómo se pueden evitar las sorpresas?
4. ¿Cómo se sabe si se está al mando, o si realmente se tiene control?

Las respuestas se encuentran en la construcción de una infraestructura la cual provea una meta integral congruente con el proceso de administración de riesgos. Esto nos lleva a una pregunta final :

*¿Cómo se puede construir una infraestructura de administración de riesgos de primer nivel?*

Los Derivados han atraído mucha publicidad negativa en los medios de comunicación, sin embargo los derivados presentan un legítimo avance tecnológico que permite a los usuarios finales administrar eficientemente y crear controles a la medida, para manejar sus riesgos en los negocios que la empresa este dispuesta a tomar. Las decisiones importantes en cuanto a medición de riesgos deberán ser tomadas desde arriba es decir, el Consejo de Administración y la Dirección General pondrán los lineamientos para llevar una estructura integral de riesgos. Para que los Derivados ayuden verdaderamente a administrar el riesgo se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Se deben usar a los derivados de una manera que sea consistente con el manejo de riesgos global y las políticas de capitalización aprobadas por el consejo de administración.
- Las políticas para la regulación del uso de los derivados deberán ser revisadas conforme a los cambios en el negocio y en las condiciones de mercado

Un funcionamiento adecuado de la Administración de Riesgos debe de contar con políticas, metodología e infraestructura. *Las políticas* se refieren a la creación de reglas y procedimientos para obtener las mejores estrategias del negocio, tales como establecer niveles de tolerancia al riesgo razonable (dependiendo de cuanto riesgo se esta dispuesto a tomar). Niveles de autoridad sin ambigüedades que definan los limites de operación (trading) que pueden realizar las mesas de operación, entre otros, *la metodología* se refiere a la aplicación de las fórmulas mas exactas para la medición de riesgos tales como riesgo de mercado, riesgos de crédito, riesgo operacional, asegurando que las metodologías para la valuación sean las apropiadas. Finalmente se deben desarrollar herramientas de medición para asegurar que se esta en la frontera eficiente entre el riesgo y el rendimiento. *La infraestructura* es algo muy caro y que lleva mucho tiempo construir, se necesita traducir toda la información del mercado a información de administración de riesgos integrando la tecnología existente en la administración de riesgos.

#### **IV.1.1 Riesgo de Mercado**

“Riesgo de Mercado” se ha convertido en una palabra muy popular últimamente, esto se ha debido quizá en gran parte a los cambios de los valores negociados en los mercados financieros, los mercados en el mundo se han expandido y los derivados bursátiles así como los OTC se han

convertido en componentes importantes de los mercados, asimismo los avances tecnológicos en el procesamiento de datos. El incremento de la liquidez de las posiciones y una mayor facilidad para efectuar valuaciones junto con nuevos enfoques de operación han llevado a la instrumentación de una frecuente re-evaluación de las posiciones y del concepto de “valor de mercado”. El medir las pérdidas y las ganancias en el día a día se ha vuelto de suma importancia por tanto el alejamiento de la contabilidad histórica al valor de mercado a menudo resulta en variaciones mucho mayores y mas frecuentes en las pérdidas y las utilidades reportadas y de aquí resulta la creciente necesidad para los operadores de concentrarse mas en la volatilidad de los mercado subyacentes. Los mercados no se han vuelto súbitamente más volátiles, sino que el enfoque de los riesgos por medio del “Valor de Mercado” ha incrementado el potencial de la volatilidad de las utilidades.

El riesgo de mercado se deriva de cambios en los precios de los activos y pasivos financieros (o volatilidades) y se mide a través de los cambios en el valor de las posiciones abiertas e involucra la incertidumbre de las utilidades futuras como resultantes de los cambios en las condiciones de los mercados.

El riesgo de mercado incluye el *riesgo base*, el cual se presenta cuando se rompe o cambia la relación entre los productos utilizados para cubrirse mutuamente, y el riesgo gamma, ocasionado por relaciones no lineales entre los subyacentes y el precio o valor del derivado. El riesgo de mercado puede asumir dos formas : *riesgo absoluto*, medido por la pérdida potencial en términos de monto, y el *riesgo relativo*, relacionado con un índice o base, mientras que el primero se concentra en la volatilidad de las ganancias totales, el segundo mide el riesgo en términos de la desviación respecto al índice, por lo tanto es relativo en el sentido de que mide la pérdida potencial contra un indicador.

## IV.2 Herramientas para la Administración de Riesgo de Mercado

Las herramientas utilizadas para la administración de riesgos se basan en acercamientos estadísticos para monitorear los riesgos, tales como la varianza, desviación estándar (o volatilidad) y correlaciones entre los activos de un portafolio.

La varianza mide las desviaciones que existen de las observaciones (rendimientos) con respecto de su media elevadas al cuadrado y divididas entre la población o muestra.

Desviaciones Estándar o Volatilidad es la raíz cuadrada de la varianza es realmente la medida que más nos interesa ya que sus unidades ya no están al cuadrado por tanto esta mide la dispersión de las observaciones (rendimientos) con respecto a su media y es siempre positiva. Describe los movimientos potenciales en tasas y/o precios con una probabilidad dada.

Las correlaciones describen las interdependencias entre los diferentes factores de riesgos del portafolio tales como tasas y precios.

El Value at Risk (Valor en Riesgo) es una metodología utilizada para la medición de riesgo de mercado, este puede medir el riesgo lineal y también puede capturar el riesgo base y el riesgo gamma, además de que puede ser ampliado fácilmente a los riesgos relativos.

El VaR combina la exposición a una fuente de riesgo con la probabilidad de un movimiento adverso en el mercado, el enfoque del VaR es mas general porque permite a los inversionistas incluir varios activos tales como divisas extranjeras, acciones, tasas, bienes, los cuales están expuestos a otras fuentes de riesgo, tales como el vencimiento, la duración, etc.

A continuación estableceremos los fundamentos estadísticos de la teoría de portafolio en que se basa el uso del valor en riesgo.

A grandes rasgos existen cuatro tipos diferentes de *fuentes de riesgos* financieros ; el riesgo de tasas de interés, el riesgo cambiario, el riesgo accionario y el riesgo de productos físicos, las herramientas analíticas básicas se aplican a todos estos mercados. El riesgo se mide por la desviación estándar de los flujos no esperado o sigma ( $\sigma$ ) también llamada volatilidad. Las pérdidas pueden ocurrir a través de la combinación de dos factores: la volatilidad en la variable financiera subyacente y la exposición o posición abierta que se tenga sobre esta fuente de riesgo. El VaR captura el efecto combinado de la volatilidad de la variable subyacente y la exposición o posición abierta.

### IV.2.1 Distribución probabilística continua

Debido a que las variables de nuestro estudio tienen un comportamiento continuo, es decir, difieren en cifras infinitesimales, tales como la tasa de rendimiento de una inversión, el rango de posibles resultados es continuo.

Definición: Una variable aleatoria es una función cuyos valores son números reales, definida en un espacio muestral.

El comportamiento de una variable aleatoria continua  $X$  en términos de probabilidad (el área bajo la curva es igual a la unidad) se define como una función de distribución de probabilidad  $fdp$ , donde  $f(x)$  es la función de densidad de probabilidad, de modo que

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1 \quad 4.1$$

### IV.2.2 Propiedades de las expectativas

La expectativa y la varianza son entonces :

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx, \quad 4.2$$

$$V(X) = \int_{-\infty}^{\infty} [x - E(X)]^2 f(x) dx \quad 4.3$$

y la desviación estándar o volatilidad es:

$$\sigma(X) = + \sqrt{V(X)} \quad 4.4$$

Además de la varianza y la desviación estándar utilizadas como medidas de dispersión, existen otras medidas de dependencia de dos ó más variables, supongamos que existen dos variables  $X_1$ ,  $X_2$  que representan el comportamiento de los rendimientos de dos acciones en un portafolio de inversión, el inversionistas desea saber la relación que guardan ambas variables en el portafolio, tal que si  $X_1$  crece  $X_2$  decrece o viceversa incluso pudiera ser que no existiera relación entre ellas, esta relación esta dada en

términos de covarianza y se define como el valor esperado de  $[(X_1 - E(X_1))(X_2 - E(X_2))]$ , es decir,

$$\sigma_{12} = \text{Cov}(X_1, X_2) = E[(X_1 - E(X_1))(X_2 - E(X_2))] \quad 4.5$$

Si la covarianza es positiva indica que  $X_1$  crece cuando  $X_2$  crece; valores negativos indican que  $X_1$  decrece cuando  $X_2$  crece. Un valor cero de la covarianza indicará que no hay dependencia lineal entre  $X_1$  y  $X_2$ . Desafortunadamente, es difícil utilizar la covarianza como una medida absoluta de la dependencia porque su valor depende de la escala de medición y por consiguiente es difícil determinar si una covarianza en particular es grande a simple vista. Se puede eliminar este problema al estandarizar su valor, utilizando el coeficiente simple de correlación lineal. El *coeficiente de correlación* lineal ( $\rho$ ) se relaciona con la covarianza y se define como

$$\rho_{12} = \frac{\text{Cov}(X_1, X_2)}{\sigma_1 \sigma_2} \quad 4.6$$

usando esta última expresión podemos determinar una expresión alternativa para la covarianza:

$$\text{Cov}(X_1, X_2) = \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2 \quad 4.7$$

Otros resultados importantes para determinar las expectativas y varianzas de portafolios están dadas en el desarrollo de las transformaciones, por lo que veamos como afecta esto a la expectativa y la varianza. Se define una nueva variable aleatoria como  $Y = a + bX$  la cual es una transformación lineal de la variable aleatoria  $X$ , los parámetros  $a$  y  $b$  son constantes, utilizando los resultados (4.1) y (4.2) tenemos

$$E(a + bX) = \int (a + bx)f(x)dx = a \int f(x)dx + b \int xf(x)dx = a + bE(X) \quad 4.8$$

por (4.3),

$$\begin{aligned} V(a + bX) &= \int [(a + bx) - E(a + bX)]^2 f(x)dx = \int [a + bx - a - bE(X)]^2 f(x)dx \\ &= \int b^2 [x - E(X)]^2 f(x)dx \\ &= b^2 V(X) \end{aligned} \quad 4.9$$

Por tanto la volatilidad de  $Y$  es  $\sigma(a + bX) = b\sigma(X)$ .

Volvamos ahora a las combinaciones lineales de las variables aleatorias, sea  $Y = X_1 + X_2$ , que podría ser el caso del pago de un portafolio de dos acciones. Aquí la incertidumbre sobre esos pagos se describe como una función de densidad conjunta de dos variables,  $f(x_1, x_2)$ . Si nos abstraemos de la otra variable, la distribución para una variable se conoce como la *distribución marginal*,

$$\int_2 f(x_1, x_2) dx_2 = f(x_1) \tag{4.10}$$

las expectativas por extensión de (4.2) y (4.3)

$$\begin{aligned} E(X_1 + X_2) &= \int_1 \int_2 (x_1 + x_2) f(x_1, x_2) dx_1 dx_2 \\ &= \int_1 \int_2 x_1 f(x_1, x_2) dx_1 dx_2 + \int_1 \int_2 x_2 f(x_1, x_2) dx_1 dx_2 \\ &= \int_1 x_1 \left[ \int_2 f(x_1, x_2) dx_2 \right] dx_1 + \int_2 x_2 \left[ \int_1 f(x_1, x_2) dx_1 \right] dx_2 \end{aligned}$$

$\Rightarrow$

usando (4.10) tenemos

$$E(X_1, X_2) = \int_1 x_1 f(x_1) dx_1 + \int_2 x_2 f(x_2) dx_2 = E(X_1) + E(X_2) \tag{4.11}$$

Esto es claro, pues la esperanza es un operador lineal, sin embargo el desarrollo de la varianza es más complicado

$$\begin{aligned} V(X_1 + X_2) &= \int_1 \int_2 \{x_1 + x_2 - E(X_1 + X_2)\}^2 f(x_1, x_2) dx_1 dx_2 \\ &= \int_1 \int_2 \{x_1 - E(X_1)\}^2 + \{x_2 - E(X_2)\}^2 + 2[x_1 - E(X_1)][x_2 - E(X_2)] f(x_1, x_2) dx_1 dx_2 \\ &= \int_1 [x_1 - E(X_1)]^2 f(x_1) dx_1 + \int_2 [x_2 - E(X_2)]^2 f(x_2) dx_2 \\ &\quad + 2 \int_1 \int_2 [x_1 - E(X_1)][x_2 - E(X_2)] f(x_1, x_2) dx_1 dx_2 \end{aligned}$$

$\Rightarrow$

$$V(X_1 + X_2) = V(X_1) + V(X_2) + 2Cov(X_1, X_2) \tag{4.12}$$

Por tanto la varianza resulta ser un operador no lineal, en general la varianza de una suma de variables no es igual a la suma de las varianzas. Esto implica un término cruzado que es muy importante ya que conduce a las propiedades de diversificación de los portafolios. Sin embargo en el caso especial donde ambas variables son probabilísticamente independientes, es decir,  $f(x_1, x_2) = f(x_1) \times f(x_2)$ .

$$\begin{aligned} & \int_1 \int_2 [x_1 - E(X_1)] [x_2 - E(X_2)] f(x_1) f(x_2) dx_1 dx_2 \\ &= \int_1 [x_1 - E(X_1)] f(x_1) dx_1 \times \int_2 [x_2 - E(X_2)] f(x_2) dx_2 \\ &= 0 \end{aligned} \tag{4.13}$$

La varianza de una suma es igual a la suma de las varianzas si las dos variables son independientes entre si:  $V(X_1 + X_2) = V(X_1) + V(X_2)$

### IV.2.3 Distribuciones normales

La distribución normal juega un papel central en la estadística porque describe adecuadamente muchas poblaciones existentes. Y además a partir del teorema del límite central se puede expresar casi cualquier distribución de una población que no este distribuida normalmente como una distribución normal si el tamaño de la muestra es grande, es decir, cuando  $n \rightarrow \infty$ . La función de densidad normal esta dada por

$$f(x) = \frac{e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}}{\sigma \sqrt{2\pi}} ; \text{ donde } E(X) = \mu \text{ y } \sigma > 0, -\infty < u < \infty, -\infty < y < \infty \tag{4.14}$$

para obtener las áreas bajo la función de densidad normal, se requiere de la evaluación de la integral en el intervalo de la probabilidad deseada.

$$\int_a^b \frac{e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}}{\sigma \sqrt{2\pi}} dx \tag{4.15}$$

Desafortunadamente no existe una solución exacta para la integral, por lo que su evaluación solamente puede obtenerse utilizando métodos de aproximación, en el Anexo 1, se representan algunas áreas bajo la función de densidad normal, como la función de densidad normal es simétrica con respecto a  $\mu$ , entonces solamente se necesitan tabular las áreas de un solo lado de la media. Las áreas tabuladas son áreas a la derecha de valores de  $z$ , en donde  $z$  es la distancia de un valor de  $X$  respecto de la media, expresada



en unidades de desviación estándar. Sea  $Z$  una variable aleatoria normal con media 0 y desviación estándar 1, entonces siempre es posible transformar una variable aleatoria normal a  $Z$ , y entonces emplear la tabla 1, mediante la relación

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad 4.16$$

El transformar una variable aleatoria normal a  $Z$  nos facilita el cálculo, ya que no necesitamos tabular diferentes valores para  $\mu$  y  $\sigma$ ; pues podemos utilizar tablas para una distribución normal con media cero y una varianza igual a uno, la cual es conocida como la *función de distribución normal estándar*, y  $Z$  llamada *variable aleatoria normal estándar*.

Las siguientes relaciones son características de la función de distribución normal estándar:

1.  $\mu \pm \sigma$  contiene aproximadamente el 68% de las mediciones
2.  $\mu \pm 2\sigma$  contiene aproximadamente el 95% de las mediciones
3.  $\mu \pm 3\sigma$  contiene aproximadamente el 99% de las mediciones

Si queremos encontrar límites de confianza del 95% para los movimientos en un tipo de cambio, con media uno por ciento y volatilidad del doce por ciento, tenemos:

$P(-2\sigma \leq X \leq 2\sigma) = .9544 \Rightarrow$  el intervalo de confianza sería dado como

$$x \in [\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma]$$

por tanto el intervalo de confianza  $[-2,2]$  para  $z$  se transforma en  $[-23\%, 25\%]$  para el movimiento  $X$  en el tipo de cambio.

En el área financiera ya hemos dicho que la volatilidad de un activo no solo nos puede afectar negativamente, pues en el caso de que se de una variación del activo financiero de forma positiva, esta beneficiaría al portafolio aumentando el nivel de confianza del mismo, de tal manera que al aumentarle a la media una desviación estándar se estaría considerando un nivel de confianza del 84% y no del 68% pues la cola del movimiento favorable se suma, por lo tanto una cola de la distribución normal es tomada en cuenta para obtener la probabilidad dada  $c$  ya que con este nivel

de confianza podemos determinar en el caso del VaR la pérdida esperada máxima ,

$$P(X \geq c) = \int_c^{\infty} f(x) dx \quad 4.17$$

Entonces tenemos las siguientes relaciones

4.  $\mu \pm \sigma$  contiene aproximadamente el 84% de las mediciones
5.  $\mu \pm 2\sigma$  contiene aproximadamente el 97.72% de las mediciones
6.  $\mu \pm 3\sigma$  contiene aproximadamente el 99.86% de las mediciones

Para encontrar el número de desviaciones estándar para un nivel de confianza dado  $c$ , elija el número en el primer renglón. Por ejemplo podríamos encontrar el VaR en el nivel de confianza del 95%: la tabla muestra que corresponde a una desviación de 1.645 por debajo de la media.

Tabla (4.1)

C	99.99	99.9	99	97.72	97.5	95	90	84.13	50
Valor	-3.715	-3.090	-2.326	-2.000	-1.96	-1.645	-1.282	-1.000	0.000

#### IV.2.4 Riesgo y rendimiento de activos

##### Riesgo

Por lo tanto, el riesgo es medido como la dispersión de los pagos (resultados) posibles. Una distribución plana indica un riesgo más grande; y una distribución más estrecha, un riesgo más bajo

##### Rendimientos de activos

En el contexto de la medición del riesgo de mercado, la variable aleatoria considerada es la tasa de rendimiento de un activo financiero. Definamos, por ejemplo, el horizonte de medición de un mes. Los rendimientos se miden a partir del final del mes previo, denotado por el subíndice  $t-1$ , al final del mes actual, denotado por  $t$ . La tasa de rendimiento aritmética o discreta se define como la ganancia de capital más cualquier pago intermedio, tal como un dividendo o cupón:

$$r_t = \frac{(P_t + D_t - P_{t-1})}{P_{t-1}} \tag{4.18}$$

Nótese que esta definición implica que cualquier pago es reinvertido sólo al final del mes.

Para concentrarse en los rendimientos de un horizonte de mayor plazo la practica es concentrarse en la tasa de rendimiento geométrica, la cual se define en términos de logaritmos del cociente de precios:

$$R_t = \ln \left[ \frac{(P_t + D_t)}{P_{t-1}} \right] \tag{4.19}$$

Por simplicidad, asumiremos que los pagos  $D_t$  son cero, alternativamente podríamos ver a  $P$  como el valor de un fondo mutuo que reinvierte todos los dividendos, la ventaja de utilizar rendimientos geométricos es doble, primero, desde el punto de vista económico, podrían ser más significativos que los rendimientos aritméticos, si los rendimientos geométricos son distribuidos normalmente, entonces la distribución nunca puede conducir a un precio o ganancia negativa, esto es así, porque la cola izquierda de la distribución, tal como  $\ln(\frac{P_t}{P_{t-1}}) \rightarrow -\infty$  se obtiene como  $(\frac{P_t}{P_{t-1}}) \rightarrow 0$ , o  $P_t \rightarrow 0$ ,

por lo tanto siempre serán positivos, lo cual tiene sentido desde el punto de vista económico. En contraste con los rendimientos aritméticos donde  $(\frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}) \rightarrow -\infty$  se obtiene como  $(\frac{P_t}{P_{t-1}}) - 1 < -1$ , o  $P_t < 0$ . Económicamente esto

no es significativo. Por tanto imponer una distribución normal sobre la tasa de rendimiento aritmética permite una conducta aberrante en los precios. La segunda ventaja es que permiten fácilmente extensiones a periodos múltiples. Por ejemplo considérese el rendimiento sobre un periodo de dos meses. El rendimiento geométrico puede ser descompuesto como:

$$R_{t,2} = \ln \left( \frac{P_t}{P_{t-2}} \right) = \ln \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right) + \ln \left( \frac{P_{t-1}}{P_{t-2}} \right) = R_{t-1} + R_t \tag{4.20}$$

Esto es particularmente útil, dado que el rendimiento geométrico de dos meses es simplemente la suma de los rendimientos mensuales. Con rendimientos discretos, la descomposición no es tan simple.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

#### IV.2.4 Estimadores muestrales

En la práctica, la distribución de las tasas de rendimiento usualmente se estiman sobre cierto número de períodos previos, asumiendo que todas las observaciones son idénticas e independientemente distribuidas (iid), tenemos que si  $n$  es el número de observaciones, el rendimiento esperado  $\mu = E(X)$  puede ser estimado por la media muestral,

$$\hat{\mu} = \sum_{i=1}^n r_i \tag{4.21}$$

y la varianza  $\sigma^2 = E[(X - \mu)^2]$  puede ser estimada por la varianza muestral,

$$\hat{\sigma}^2 = S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \hat{\mu})^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i^2}{n-1} - \frac{n}{n-1} * \hat{\mu}^2 \tag{4.22}$$

esto demuestra que la varianza está compuesta de dos términos, el primero de los cuales es un promedio de los rendimientos al cuadrado y el segundo es el cuadro del promedio.

Además la desviación estándar esta dada como,

$$S = \sqrt{\hat{S}^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \hat{\mu})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n r_i^2}{n-1} - \frac{n}{n-1} * \hat{\mu}^2} \tag{4.23}$$

La covarianza puede estimarse a partir de datos muestrales como

$$\hat{\sigma}_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (r_{xi} - \hat{\mu}_x)(r_{yi} - \hat{\mu}_y)}{n-1} ; \hat{\rho} = \frac{\hat{\sigma}_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \tag{4.24}$$

La covarianza juega un papel esencial en el riesgo de mercado debido a que es una medida de la forma en que 2 variables juntas se mueven linealmente.

Todo lo anterior queda más claro con el siguiente ejemplo:

Supóngase que un inversionista tiene una posición en cierta acción llamémosle "A" y una muestra de 21 días de cotización de esta, la siguiente tabla contiene las cotizaciones de esta acción y sus rendimientos:

**PRECIOS Y RENDIMIENTOS DE LA ACCION "A"**

#	PRECIO	S/S <sub>t-1</sub>	RENDIMIENTOS	
			r <sub>t</sub>	r <sub>t</sub> <sup>2</sup>
			ln(S/S <sub>t-1</sub> )	(ln(S/S <sub>t-1</sub> )) <sup>2</sup>
0	20			
1	20.125	1.00625	0.00623055	0.00003882
2	19.875	0.98757764	-0.012500163	0.00015625
3	20	1.006289308	0.006269613	0.00003931
4	20.5	1.025	0.024692613	0.00060973
5	20.25	0.987804878	-0.012270093	0.00015056
6	20.875	1.030864198	0.030397477	0.00092401
7	20.875	1	0	0.00000000
8	20.875	1	0	0.00000000
9	20.75	0.994011976	-0.006006024	0.00003607
10	20.75	1	0	0.00000000
11	21	1.012048193	0.011976191	0.00014343
12	21.125	1.005952381	0.005934736	0.00003522
13	20.875	0.98816568	-0.011904903	0.00014173
14	20.875	1	0	0.00000000
15	21.25	1.017964072	0.017804625	0.00031700
16	21.375	1.005882353	0.005865119	0.00003440
17	21.375	1	0	0.00000000
18	21.25	0.994152047	-0.005865119	0.00003440
19	21.75	1.023529412	0.023256862	0.00054088
20	22	1.011494253	0.011428696	0.00013062
			<b>0.09531018</b>	<b>0.003332419</b>

Con la tabla anterior podemos obtener la media, la varianza y la volatilidad, tenemos que

- μ= 0.00476551 usando (4.21)
- σ<sup>2</sup>= 0.00015149 usando (4.22)
- σ= 0.01230793 usando (4.23)
- σ anual= 0.19845939

Por lo que existe una volatilidad diaria de la acción de 1.2308% , e indica la variación de la acción "A" con respecto a su media.

Supóngase también que se tiene otra acción "B", con los siguientes valores:

**PRECIOS Y RENDIMIENTOS DE LA ACCION "B"**

#	PRECIO	S/S <sub>t-1</sub>	RENDIMIENTOS r <sub>t</sub>	
			ln(S/S <sub>t-1</sub> )	(ln(S/S <sub>t-1</sub> )) <sup>2</sup>
0	20			
1	20.5	1.025	0.024692613	0.00060973
2	21	1.02439024	0.024097552	0.00058069
3	21.5	1.02380952	0.023530497	0.00055368
4	20.5	0.95348837	-0.047628049	0.00226843
5	21	1.02439024	0.024097552	0.00058069
6	21.5	1.02380952	0.023530497	0.00055368
7	22	1.02325581	0.022989518	0.00052852
8	22	1	0	0.00000000
9	22	1	0	0.00000000
10	21.5	0.97727273	-0.022989518	0.00052852
11	22	1.02325581	0.022989518	0.00052852
12	22.5	1.02272727	0.022472856	0.00050503
13	22.5	1	0	0.00000000
14	22.5	1	0	0.00000000
15	21	0.93333333	-0.068992871	0.00476002
16	21	1	0	0.00000000
17	20	0.95238095	-0.048790164	0.00238048
18	21	1.05	0.048790164	0.00238048
19	21	1	0.00000000	0.00000000
20	21	1	0	0.00000000
		<b>20.0571138</b>	<b>0.048790164</b>	<b>0.01675847</b>

Con la tabla anterior podemos obtener la media, la varianza y la volatilidad, tenemos que

- $\mu =$  **0.00243951 usando (4.21)**
- $\sigma^2 =$  **0.00087576 usando (4.22)**
- $\sigma =$  **0.02959325 usando (4.23)**
- $\sigma \text{ anual} =$  **0.47717676**

Por lo que existe una volatilidad diaria de la acción de 2.9559 % , e indica la variación de la acción "B" con respecto a su media. La acción "B" es más volátil que la acción "A"; además de esto; el inversionista desea saber la relación que guardan estas acciones en su portafolio para poder administrar mejor su riesgo, para obtener esto se tiene que encontrar la covarianza y el coeficiente de correlación, se obtiene lo siguiente:

- $\sigma_{ij} =$  **-0.000110247 usando (4.24)**
- $\rho =$  **-0.302682656 usando (4.24)**

Así el inversionista sabe que sus acciones se comportan normalmente de forma inversa, cuando la acción "A" sube la acción "B" baja, además el coeficiente de correlación se encuentra muy cercano a cero, por lo que en algunos casos no presentan relación.

#### IV.2.5 Agregación del tiempo

La cuantificación del VaR requiere primero la definición de un período sobre el cual medirlo. Este período puede establecer en términos de horas, días o semanas, para un administrador bancario, el horizonte deberá ser lo suficientemente largo para detectar a los operadores que toman posiciones que exceden sus límites. Para comparar los riesgos a través de los horizontes, necesitamos un método de traducción, conocido como agregación del tiempo. Supongamos que observamos datos diarios, de los cuales obtenemos una medición VaR. La utilización de datos de mayor frecuencia es generalmente más eficiente porque utiliza más información, el horizonte de inversión puede ser, sin embargo tres meses, así la distribución para datos diarios debe ser transformada en una distribución sobre un horizonte trimestral. Si los rendimientos no están correlacionados en el tiempo ( o se comportan como una caminata aleatoria) esta transformación es directa. El problema de la agregación del tiempo puede ser reintroducido en el problema de encontrar el rendimiento esperado y la varianza de una suma de variables aleatorias. De la ecuación (4.20), el rendimiento de dos periodos de (t-2) a t,  $R_{t,2} = R_{t-1} + R_t$ , donde el subíndice 2 indica que el intervalo de tiempo es de dos periodos, además se demostró que  $E(X_1 X_2) = E(X_1) + E(X_2)$  y que  $V(X_1 + X_2) = V(X_1) + V(X_2) + 2Cov(X_1, X_2)$  y Utilizando un supuesto extremadamente importante: los rendimientos no están correlacionados en intervalos sucesivos de tiempo. Este supuesto es consistente con los mercados eficientes, donde el precio actual incluye toda información relevante acerca de un activo en particular. De ser así todos los cambios en el precio deben originarse de noticias que, por definición, no pueden ser anticipadas y por tanto no deben estar correlacionadas en el tiempo: los precios siguen una caminata aleatoria, por tanto la covarianza entre  $X_1$  y  $X_2$  debe ser igual a cero. Además asumiendo razonablemente que los rendimientos estén idénticamente distribuidos en el tiempo, los cual significa que  $E(R_{t-1}) = E(R_t) = E(R)$  y que  $V(R_{t-1}) = V(R_t) = V(R)$ . Por lo que con base en estos dos supuestos el rendimiento esperado sobre un horizonte de dos periodos es  $E(R_{t,2}) = E(R_{t-1}) + E(R_t) = 2E(R)$  y la varianza es  $V(R_{t,2}) = V(R_{t-1}) + V(R_t) = 2V(R)$  de donde

$$\sigma(R_{t,2}) = \sqrt{2V(R)} = \sqrt{2}\sigma \quad 4.25$$

El rendimiento esperado sobre dos días es dos veces el rendimiento esperado sobre un día; de igual forma para la varianza, tanto el rendimiento esperado como la varianza se incrementan linealmente con el tiempo mientras que la volatilidad crece con la raíz cuadrada del tiempo. En resumen para ir de datos diarios, mensuales o trimestrales, a datos anuales, podemos escribir,

$$\begin{aligned}\mu &= \mu_{\text{anual}} T && 4.26 \\ \sigma &= \sigma_{\text{anual}} \sqrt{T}\end{aligned}$$

donde T es el número de años (es decir 1/12 para datos mensuales o 1/260 para datos diarios, si el número de días de operación en un año es 260).

Es claro que, dado que la volatilidad crece con la raíz cuadrada del tiempo y la media con el tiempo, la media dominará a la volatilidad en horizontes largos y en horizontes cortos, tales como un día la volatilidad domina. Esto proporciona una razón para concentrarse en mediciones del valor en riesgo basadas sólo en la volatilidad e ignorando los rendimientos esperados.

Hasta aquí se ha cubierto las herramientas estadísticas necesarias para cuantificar el valor en riesgo.

### IV.3 Value at Risk (VaR), metodología para la Administración de Riesgos

El VaR resume la pérdida esperada ( o peor pérdida ) a lo largo de un horizonte de tiempo objetivo dentro de un intervalo de confianza dado.

Tal vez su mayor ventaja es que resume en un solo número, fácil de entender, la exposición total de una institución al riesgo de mercado.

El primer paso para la medición del VaR es la elección de dos factores cuantitativos: el horizonte de tiempo y el nivel de confianza, ambos son un tanto arbitrarios. Pero sin embargo como el período de tenencia (el horizonte de tiempo) debe corresponder al período mas largo requerido para una liquidación ordenada del portafolio, el horizonte deberá estar relacionado con la liquidez de los valores, definida en términos del tiempo requerido para volúmenes normales de transacción. Para la elección del



nivel de confianza depende para que se este usando el VaR, es decir, si el VaR esta siendo utilizado para la selección de un requerimiento de capital, entonces será crucial la elección del nivel de confianza, lo cual deberá reflejar el grado de aversión al riesgo de la empresa, en contraste si el VaR se utiliza sólo para proporcionar un criterio interno aplicable a toda la empresa para comparar los riesgos entre diferentes mercados, entonces la elección del nivel de confianza no es tan importante, sin embargo es importante para la validación del modelo.

### IV.3.1 El VaR para distribuciones generales.

Para cuantificar el VaR de un portafolio, se define  $W_0$  como la inversión inicial y  $R$  como su tasa de rendimiento. El Valor del portafolio al final del horizonte objetivo es  $W = W_0(1 + R)$ , como antes, el rendimiento esperado y la volatilidad de  $R$  son  $\mu$  y  $\sigma$ . Definamos ahora el valor más bajo del portafolio al nivel de confianza dado  $c$  como  $W^* = W_0(1 + R^*)$ . El VaR se define como la pérdida en monto, relativa a la media,

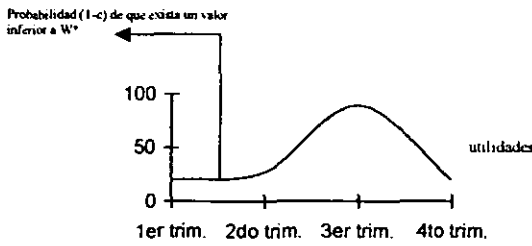
$$\text{Valor en riesgo(media)} = E(W) - W^* = -W_0(R^* - \mu) \quad 4.27$$

Algunas veces el VaR es definido como la pérdida absoluta en monto; esto es; relacionada a cero o sin referencia al valor esperado,

$$\text{Valor en riesgo(cero)} = W_0 - W^* = -W_0 R^* \quad 4.28$$

En ambos casos, encontrar el VaR es equivalente a identificar el valor minimo para  $W^*$ , o el rendimiento crítico  $R^*$ . En su forma mas general, el VaR puede derivarse de la distribución del valor futuro del portafolio  $f(w)$  en un nivel de confianza dado  $c$ , deseamos encontrar la peor realización posible  $W^*$ , tal que la probabilidad de que se exceda dicho valor es  $c$ :

$$c = \int_{W^*}^{\infty} f(w) dw \quad 4.29$$



o tal que la probabilidad de un valor inferior a  $W^*$  ,  $p=P(w \leq W^*)$  sea  $1-c$  que en términos de integrales quedaría como sigue:

$$1 - c = \int_{-\infty}^{w^*} f(w)dw = p \tag{4.30}$$

En otras palabras el área de  $-\infty$  a  $W^*$  debe sumar  $p = (1-c)$ , por ejemplo si  $c= 95\%$  entonces  $(1-c)$  es igual al  $5\%$ , al número  $W^*$  es denominado el cuantil muestral de la distribución. Obsérvese que no se utilizo la desviación estándar para encontrar el VaR, es importante señalar que estos planteamientos puede ser aplicados a cualquier distribución ya sea discreta o continua, delgada o extendida.

### IV.3.2 El VaR para distribuciones paramétricas

El tema que nos ocupa es el desarrollo de la metodología para el VaR paramétrico. Bajo la técnica paramétrica, los cambios en el valor de un portafolio son determinados a través de sensibilidades lineales, las cuales permiten conocer el efecto que tienen los cambios en los factores de riesgo dentro del portafolio, y asume que los cambios en los precios diarios son independientes. La desviación estándar aquí juega un papel primordial ya que el VaR puede derivarse directamente de la desviación estándar del portafolio, utilizando un factor multiplicativo que dependerá del nivel de confianza elegido. Vimos que podemos convertir una distribución normal a una distribución normal estándar, por tanto se requiere traducir la distribución general  $f(w)$  en una distribución normal estándar  $f(z)$  donde  $Z$  tiene como media 0 y desviación estándar 1, y asociemos  $W^*$  con el rendimiento crítico  $R^*$  , tal que  $W^* = W_0(1 + R^*)$  , generalmente  $R^*$  es

negativo y puede escribirse como  $-|R^*|$ , posteriormente también podemos asociar  $R^*$  con una desviación normal estándar, donde existe una  $\alpha > 0$ , y por (4.16)

$$-\alpha = \frac{-R^* - \mu}{\sigma}; \tag{4.31}$$

lo cual es equivalente a establecer

$$1 - c = \int_{-\infty}^{-R^*} f(w)dw = \int_{-\infty}^{-R^*} f(r)dr = \int_{-\infty}^{-\alpha} f(z)dz \tag{4.32}$$

Por lo tanto, el problema de encontrar el VaR es equivalente a encontrar la desviación  $\alpha$ , tal que el área a la izquierda es igual a  $(1-c)$ .

Para encontrar el VaR de una variable normal estándar, se seleccionada el nivel de confianza deseado, digamos 95% lo cual corresponde a un  $\alpha = 1.65$  según tabla (4.1) abajo de cero. Y utilizando la ec. (4.31) tenemos que el rendimiento crítico  $R^*$  esta dado como:

$$R^* = -\alpha\sigma + \mu \tag{4.33}$$

Por lo que hemos encontrado el VaR, ya que encontramos el rendimiento crítico  $R^*$ , por lo que sustituyendo en las ecuaciones (4.27) y (5.28) y agregando el factor tiempo que por generalidad asumiremos que los parámetros  $\mu$  y  $\sigma$  están expresados en una base anual, el intervalo de tiempo considerado es  $\Delta t$ , en años.

$$\text{Valor en riesgo(media)} = -W_0(R^* - \mu) = W_0\alpha\sigma \cdot \sqrt{\Delta t} \tag{4.34}$$

En otras palabra, el VaR es simplemente un múltiplo de la desviación estándar de la distribución, multiplicado por un factor de ajuste que está directamente relacionado con el nivel de confianza, cuando el VaR se define como una pérdida absoluta en monto, se tiene

$$\text{Valor en riesgo (cero)} = -W_0R^* = W_0(\alpha\sigma \cdot \sqrt{\Delta t} - \mu \cdot \Delta t) \tag{4.35}$$

Este procedimiento es de particular importancia debido a que muchas distribuciones empíricas se pueden representar con una distribución normal, esto aplica especialmente para portafolios grandes y bien diversificados, pero no es válido para portafolio con pesados componentes de opciones y exposición a un pequeño número de riesgos financieros.

### IV.3.3 VaR Paramétrico para un instrumento con un factor de riesgo.

Los instrumentos derivados permiten que los usuarios desagreguen los riesgos, para asumir los que pueden administrar y transferir los que no desean asumir, es por eso que los derivados le han dado un mayor ímpetu a los métodos modernos de administración de riesgos. Cualquier activo con alguna característica de derivado puede ser valuado como la suma de varios componentes. El VaR del bono puede ser reconstruido a partir del VaR de sus componentes, El VaR en un contrato de futuro sobre divisas debe descomponerse en los componentes que lo constituyen que representan las distintas fuentes de riesgos los cuales son el precio spot, la tasa de interés domestica y la tasa divisa, así las cosas; es importante descomponer un instrumento en sus diversos factores de riesgos para así poder medir su exposición al riesgo diferenciando cada uno de los factores de riesgos.

Supongamos que tenemos un instrumento (P) con un sólo factor de riesgo (fr), entonces el VaR de este instrumento está dado como la raíz cuadrada de la Varianza de este instrumento con un nivel de confianza del 84% , como la varianza del instrumento está dada en términos del factor de riesgo podemos decir que

$$VaR_{(instrumentoP)} = \sqrt{V(instrumentoP)} \quad 4.36$$

donde

$$V_{(instrumentoP)} = W^2 * \sigma^2 * fr^2 \quad y$$

$\sigma$  es la desviación estándar o volatilidad de los rendimientos del factor de riesgo y puede ser diaria, mensual, etc, dependiendo de cómo se tengan los datos.

$W$  es la sensibilidad de cambio en el factor de riesgo que afecta la posición del instrumento o la primera derivada de la posición de mercado del instrumento con respecto al factor de riesgo relevante y está dada como,

$$W = \frac{\partial \text{Posición de Mercado}}{\partial fr} \tag{4.37}$$

podemos escribir la varianza como sigue:

$$V_{(\text{Instrumento})} = W^2 * \sigma^2_A = (W * \sigma_A)^2$$

donde  $\sigma_A$  esta dada por 4.38

$$\sigma_A^2 = \sigma^2 * fr^2;$$

Como antes el nivel de confianza y el tiempo dependerá de la elección que se haga. El VaR puede ser expresado en pesos (absoluto) o en porcentaje (relativo), lo cual debe ser consistente durante todo el análisis. Mientras que es más conveniente expresar la volatilidad ( $\sigma$ ) en términos de porcentaje.

#### IV.3.4 VaR Paramétrico para un portafolio

La diversificación del portafolio es primordial para la disminución de riesgos por lo que el VaR de 2 o más posiciones es menor que la suma de sus valores por separado y será igual si las posiciones están perfectamente correlacionadas, y es ahí donde radica el efecto de la diversificación. Al tener un portafolio estamos considerando diversos instrumentos los cuales como vimos anteriormente están determinados por las variables que representan los factores de riesgo de dichos instrumentos por tanto un portafolio puede caracterizarse por posiciones sobre un cierto número de factores de riesgo. Una vez que se determina la descomposición, el rendimiento del portafolio es una combinación lineal de los rendimientos de los activos subyacentes, donde las ponderaciones se determinan por los montos relativos invertidos al inicio del periodo. Por lo tanto el VaR de un portafolio puede reconstruirse a partir de una combinación de los riesgos de los valores subyacentes.

$VaR(\text{portafolio}) = \sqrt{V(\overline{\text{Portafolio}}_p)}$ , además por extensión de (4.12), tenemos que

$$V(\text{portafolio}_p) = \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n W_i^2 * \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, \text{ donde } j \neq i}^n W_i * W_j * \sigma_{ij} \tag{4.39}$$

$$V(\text{portafolio}_p) = \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i * W_j * \sigma_{ij}$$

donde si  $j=i \Rightarrow$  Varianza;  $i \neq j \Rightarrow$  Covarianza

y

$$W_i = \frac{\partial \text{Posición de Mercado}_i}{\partial r_i}$$

Ejemplo: si el portafolio contara con 2 factores de riesgo la fórmula quedaría como sigue:

$$V(\text{portafolio}_2) = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 W_i * W_j * \sigma_{ij} = W_1^2 * \sigma_1^2 + W_2^2 * \sigma_2^2 + 2W_1W_2\sigma_{12}$$

como  $\sigma_{12} = \rho\sigma_1\sigma_2$  entonces una forma alternativa queda como

$$V(\text{portafolio}_2) = W_1^2 * \sigma_1^2 + W_2^2 * \sigma_2^2 + 2W_1W_2\rho\sigma_1\sigma_2$$

A medida que el número de activos se incrementa, se vuelve difícil seguir la pista de todos los términos por lo cual resulta más fácil utilizar notación matricial

$$VaR(\text{portafolio}) = \sqrt{W^T * M * W} = \sqrt{\sigma_p^2} \tag{4.40}$$

donde  $W^T$  representa la traspuesta del vector  $W$  y  $M$  la matriz de Varianza-Covarianza, y se representan como sigue:

$$\sigma_p^2 = \underbrace{[W_1 \quad W_2 \quad \dots \quad W_n]}_{W^T} * \underbrace{\begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix}}_M * \underbrace{\begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix}}_W$$

El vector  $W$  captura las sensibilidades del portafolio de todos los factores de riesgo relevantes.

La matriz de varianza-covarianza captura las volatilidades y correlaciones de las tasas de mercado.

### IV.3.4 Agrupación de la Información

La curvas de rendimiento se guardaran por agrupaciones según su vencimiento, por ejemplo podría guardarse la información correspondiente a: 1, 7, 30, 90, 180, 270, y 360 días. El problema es que hacer con un instrumento que caiga entre dos de estos, por ejemplo a los 250 días. Para estos casos se supondrá un comportamiento lineal y se interpolara la recta que une a la agrupación inmediatamente anterior y la inmediatamente posterior. En el caso de 250 días, se toma la recta que una la información de 180 días con la de 270 días y se evalúa en 250 días:

la recta que une  $(180, r_{180})$  con  $(270, r_{270})$  es:  $y = \frac{x - 180}{270 - 180} (r_{270} - r_{180}) + r_{180}$ ,

evaluado en 250, nos dice que:  $r_{250} = \frac{250 - 180}{270 - 180} (r_{270} - r_{180}) + r_{180}$

Ya se tiene el rendimiento para 250 días, pero no se sabe su Covarianza con los otros factores, como ya se tiene una matriz con casillas para ciertas fechas, se debe dividir además su duración en una parte de 180 días y otra de 270 días, se dice:  $w_{180} = \lambda w_{250}$ , y  $w_{270} = (1 - \lambda)w_{250}$ . Pero como además se desea conservar el VaR del instrumento, se debe tener:

$$\sigma_{PM}^2 = (w_{250} \sigma_{250})^2 = (w_{180} \sigma_{180})^2 + (w_{270} \sigma_{270})^2 + 2\rho w_{180} w_{270} \sigma_{180} \sigma_{270}$$

$$\sigma_{PM}^2 = (w_{250} \sigma_{250})^2 = (w_{180} \sigma_{180})^2 + (w_{270} \sigma_{270})^2 + 2 w_{180} w_{270} \sigma_{180,270}$$

ya  $\rho$  es un numero que relaciona 180 con 270 y  $\rho = \frac{\sigma_{180,270}}{\sigma_{180} \sigma_{270}}$

por lo tanto  $\sigma_{180,270} = \rho \sigma_{180} \sigma_{270}$

Si se sutituyen las expresiones para  $w_{180}$  y  $w_{270}$  se tiene:

$$(w_{250} \sigma_{250})^2 = (\lambda w_{250} \sigma_{180})^2 + [(1 - \lambda) w_{250} \sigma_{270}]^2 + 2\alpha(1 - \lambda) w_{250}^2 \sigma_{180,270}$$

Que, si se desarrolla y se resuelve para  $\lambda$  :

$$w_{250}^2 \sigma_{250}^2 = \lambda^2 w_{250}^2 \sigma_{180}^2 + (1 - \lambda)^2 w_{250}^2 \sigma_{270}^2 + 2\sigma_{180,270} \lambda w_{250}^2 - 2\sigma_{180,270} \lambda^2 w_{250}^2$$

$$w_{250}^2 \sigma_{250}^2 = \lambda^2 w_{250}^2 \sigma_{180}^2 + (1 - 2\lambda + \lambda^2) w_{250}^2 \sigma_{270}^2 + 2\sigma_{180,270} \lambda w_{250}^2 - 2\sigma_{180,270} \lambda^2 w_{250}^2$$

$$w_{250}^2 \sigma_{250}^2 = \lambda^2 w_{250}^2 \sigma_{180}^2 + w_{250}^2 \sigma_{270}^2 - 2\lambda w_{250}^2 \sigma_{270}^2 + \lambda^2 w_{250}^2 \sigma_{270}^2 + 2\sigma_{180,270} \lambda w_{250}^2 - 2\sigma_{180,270} \lambda^2 w_{250}^2$$

$$w_{250}^2 \sigma_{250}^2 = \lambda^2 (w_{250}^2 \sigma_{180}^2 + w_{250}^2 \sigma_{270}^2 - 2\sigma_{180,270} w_{250}^2) + \lambda(-2 w_{250}^2 \sigma_{270}^2 + 2\sigma_{180,270} w_{250}^2) + (w_{250}^2 \sigma_{270}^2)$$

$$\sigma_{250}^2 = \lambda^2 (\sigma_{180}^2 + \sigma_{270}^2 - 2\sigma_{180,270}) + \lambda(-2 \sigma_{270}^2 + 2\sigma_{180,270}) + \sigma_{270}^2$$

$$0 = \lambda^2 (\sigma_{180}^2 + \sigma_{270}^2 - 2\sigma_{180,270}) + \lambda(-2 \sigma_{270}^2 + 2\sigma_{180,270}) + (\sigma_{270}^2 - \sigma_{250}^2)$$

Mediante el uso de de la ecuación cuadratica podemos resolver para obtener asi la ponderación :

$$\lambda = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \text{ donde:}$$

$$\text{con } a = \sigma_{180}^2 + \sigma_{270}^2 - 2\sigma_{180,270}, b = 2\sigma_{180,270} - 2\sigma_{270}^2, \text{ y } c = \sigma_{270}^2 - \sigma_{250}^2$$

Se utilizará la landa que se encuentre ente 0 y 1.



## IV.5 Conclusiones

Algunos afirman que la administración de riesgos surgió como resultado de los nuevos instrumentos "Derivados", esto quien sabe si sea cierto, lo que si es cierto; es que los instrumentos derivados han coadyuvado al boom de la Administración de riesgos pues estos instrumentos fueron creados para minimizar riesgos, la utilización de herramientas tales como la estadística también ha ayudado a propagar este modelo que día a día cobra más fuerza, además como se vio en este capítulo; el VaR esta basado en un principio tan simple como lo es obtener la máxima pérdida esperada, el truco radica en entender la base principal de éste, la cual es obtener los datos históricos del factor de riesgo que se quiere acotar, para así poder determinar su comportamiento; por supuesto que en la presente tesis estamos acotando el modelo VaR sólo para el paramétrico pero dependerá de los tipos de instrumentos que se tenga en posición y de que tan aproximado se quiera estar; ya que se puede obtener a través del modelo VaR, histórico o Montecarlo, lo importante será dar respuesta a las preguntas antes planteadas, tales como: ¿Cómo se pueden proteger contra pérdidas cuantiosas cuando se tiene un negocio rentable?, las respuestas a este tipo de preguntas consiste en manejar adecuadamente los riesgos utilizando herramientas modernas que actualmente están al alcance de todos.

## CAPÍTULO V

### Cálculo del Valor en Riesgo de Futuros en MexDer

#### V.1 Valor en Riesgo en instrumentos de MexDer

En este punto ya se cuenta con las herramientas para poder calcular el Valor en Riesgo de los instrumentos de Futuro Tipo de Cambio y Futuro de Tasas, cabe hacer una aclaración, para el cálculo del valor en riesgo se utilizan tasas continuas debido a que ciertos instrumentos exóticos o complejos tales como las opciones involucran tasa continua, de tal manera que los instrumentos sencillos se adaptarán a las características de estos instrumentos. Vimos que el valor en riesgo de un instrumento o portafolio esta dado en términos de la raíz cuadrada de la varianza de los rendimientos del instrumento o portafolio, y estos a su vez están determinados por los coeficientes de duración o  $w_i$  los cuales miden la sensibilidad de los cambios en la posición de mercado con respecto a cada factor de riesgo.

#### V.1.1 Valor en Riesgo del Futuro del DEUA

El futuro del DEUA como ya se mencionó es aquel instrumento que ampara al comprador del mismo una posición futura en dólares y al vendedor una posición futura en pesos, la fórmula para obtener la posición de Mercado de un Futuro de Tipo de Cambio en MexDer se da a partir de (3.4)

$$PM = \#CTOS * TAMC * S * e^{(i_{DOM} - i_{DN})T} \quad 5.1$$

Donde

#CTOS = Al número de contratos abiertos que se mantienen al momento de la valuación.

TAMC = Al tamaño del contrato

S = Al precio spot del día de valuación

Se supondrá que se tiene una posición larga DEUA de 1000 contratos con un monto nominal de \$10,000,000 y que faltan 220 días para la fecha de vencimiento (17/SEP/2001), es decir la posición se quiere valorar con fecha 09/FEB/2001. Se tienen las tasas de mercado y el tipo de cambio Fix de 31 días anteriores a la fecha de valuación para plazos de 182 y 365 (ver Anexo 2). Primeramente se deben calcular los rendimientos generados por los

cambios en los valores de las tasas de interés, después se procederá a encontrar las tasas continuas para 220 días, posteriormente se diversifica el riesgo de 220 días, enviando parte del riesgo a plazo de 182 días y el resto a plazo de 365.

Las tasas continuas con plazo de 182 y 365 al día de valuación son  $i_{Dom182}=17.694845\%$ ,  $i_{Dom365}=16.667686\%$  y  $i_{Div182}=5.208339\%$ ,  $i_{Div365}=5.112735\%$  de estas se obtendrá mediante interpolación lineal las tasas domésticas y foráneas con plazo de 220 que son  $i_{Dom220}=17.481555\%$  y  $i_{Div220}=5.188487\%$ , el tipo de cambio Fix para el día de valuación es de \$9.7238, con estas tasas, el plazo, cantidad, precio spot y el monto se puede calcular la posición de mercado del DEUA SP01, aplicando la fórmula (5.1) de donde se tiene:

$$PM = 1,000 * \$10,000 * \$9.7238 * e^{\left( (17481555 - 05188487) \left( \frac{220}{365} \right) \right)} = \$104,716,509.38$$

Los factores de riesgo involucrados en este instrumento son la tasa doméstica y la tasa divisa, el tipo de cambio no es un factor de riesgo relevante ya que en los mercados de futuros como se vio con anterioridad, las liquidaciones son diarias y diariamente se gana o se pierde sobre el margen inicial requerido, de tal suerte que si el tipo de cambio sube o baja mucho (variaciones máximas en un día de negociación); esto se verá reflejado en la aportación o retiro de margen al día siguiente o en el mismo día en caso de realizarse una llamada intradía, en otras palabras, si se toma una posición hoy sobre un futuro del DEUA en el MexDer se pacta el tipo de cambio hoy a futuro y a su vencimiento se dará un intercambio de flujos (tanto dólares como pesos) al tipo de cambio pactado por lo que los factores de riesgos en esta posición son las tasas involucradas en el cálculo del futuro. De tal manera el coeficiente de duración para el factor de riesgo de la tasa doméstica queda como

$$W_{DOM} = \frac{\partial PM}{\partial i_{DOM}} = T * \# CTOS * TAMR * S * e^{(i_{dom} - i_{div}) * T} \quad 5.2$$

y para la tasa divisa

$$W_{DIV} = \frac{\partial PM}{\partial i_{DIV}} = -T * \# CTOS * TAMR * S * e^{(i_{dom} - i_{div}) * T} \quad 5.3$$

Ahora con base en los datos del Anexo2, se calculará la matriz de Varianza-Covarianza para los rendimientos, se puede observar en la tabla 2 las volatilidades de las tasas a 182 y 365, cabe mencionar que dichas volatilidades son relativas debido a que se calcularon con base a los rendimientos de estos factores, como antes mediante interpolación se calculará la volatilidad para el plazo de 220 días de ambas tasas, tales resultados son

$$\sigma_{dom182\ Rel} = 1.06706\%$$

$$\sigma_{div182\ Rel} = 1.43137\%$$

$$\sigma_{dom365\ Rel} = .78690\%$$

$$\sigma_{div365\ Rel} = 1.64418\%$$

Para poder determinar la relación que existe entre los diversos factores se obtendrá la covarianza relativa de cada uno de los factores, de tal manera que la matriz de varianza-covarianza relativas queda como sigue

**Matriz de Varianzas y Covarianzas Relativas**

	<b>cetes 182</b>	<b>cetes 365</b>	<b>Tbill 182</b>	<b>Tbill 365</b>
<b>cetes 182</b>	0.00011386	0.00005892	0.00002228	-0.00000599
<b>cetes 365</b>	0.00005892	0.00006192	0.00003921	0.00003307
<b>Tbill 182</b>	0.00002228	0.00003921	0.00020488	0.00019965
<b>Tbill 365</b>	-0.00000599	0.00003307	0.00019965	0.00027033

Se usará la matriz de varianzas-covarianzas absoluta; para obtener la matriz de varianzas-covarianzas absolutas debemos tomar en cuenta que

$$\sigma_{iAbs}^2 = \sigma_{iRel}^2 * fr^2$$

$$\sigma_{ijAbs} = \sigma_{ij} * fr_i * fr_j \tag{5.4}$$

cabe mencionar que el factor de riesgo utilizado en las ecuaciones anteriores es el que se tiene en la fecha de valuación. La matriz de varianza-covarianza absolutas es

**Matriz de Varianzas y Covarianzas Absolutas**

	cetes 182	cetes 365	Tbill 182	Tbill 365
cetes 182	0.00000357	0.00000174	0.00000021	-0.00000005
cetes 365	0.00000174	0.00000172	0.00000034	0.00000028
Tbill 182	0.00000021	0.00000034	0.00000056	0.00000053
Tbill 365	-0.00000005	0.00000028	0.00000053	0.00000071

Como se dijo requerimos separar el riesgo de 220 días en dos, esto se realizará como se vio en el capítulo anterior mediante el uso de  $\lambda$ . Para ello requerimos calcular el coeficiente de duración para la tasa doméstica y la tasa divisa en 220 días, por tanto de acuerdo a las ecuaciones (5.2) y (5.3).

$$W_{idom220} = (220 / 365) * 1000 * 10000 * 9.7238e^{(.17481555 - .05188487) * (220 / 365)} = \$63'116,800.18$$

$$W_{div220} = (-220 / 365) * 1000 * 10000 * 9.7238e^{(.17481555 - .05188487) * (220 / 365)} = -\$63'116,800.18$$

calculando el valor de  $\lambda$

$$\lambda = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \text{ con}$$

$$a = \sigma_{idom182}^2 + \sigma_{idom365}^2 - 2\sigma_{idom182,365} = .00000181$$

$$b = 2 * \sigma_{idom182,365} - 2 * \sigma_{idom365}^2 = .0000000348y$$

$$c = \sigma_{idom365}^2 - \sigma_{idom220}^2 = -.0000013904$$

$$\lambda_{idom} = .866866672 \text{ además}$$

$$a = \sigma_{idiv182}^2 + \sigma_{idom365}^2 - 2\sigma_{idiv182,365} = .0000001992$$

$$b = 2 * \sigma_{idiv182,365} - 2 * \sigma_{idiv365}^2 = .0000003500y$$

$$c = \sigma_{idiv365}^2 - \sigma_{idiv220}^2 = -.0000001205$$

$$\lambda_{idiv} = .470018295$$

Por tanto

$$W_{idom182} = \lambda W_{idom220} = \$54'713,850.49y$$

$$W_{idom365} = (1 - \lambda) * W_{idom220} = \$8'402,949.69$$

$$W_{idiv182} = \lambda W_{idiv220} = -\$29'666,050.83$$

$$W_{idiv365} = (1 - \lambda) W_{idiv220} = -\$33'450,749.35$$

Por lo que hemos obtenido el vector  $W$  conformado por

$$W = \begin{bmatrix} \$54'713,850.49 \\ \$8'402,949.69 \\ -\$29'666,050.83 \\ -\$33'450,749.35 \end{bmatrix}$$

done  $W^T = [\$54'713,850.49 \quad \$8'402,949.69 \quad -\$29'666,050.83 \quad -\$33'450,749.35]$  y utilizando la matriz de varianza-covarianza absoluta se puede calcular el VaR del Instrumento utilizando (4.40)

$$VaR = 1.96 * \sqrt{W^T * M * W} = \sqrt{13,930,378,924.21} = 231,332.97$$

Calculado a un nivel de confianza del 97.5% , por lo que se tiene una pérdida máxima esperada en un día de \$ 231,332.97 con un 2.5% de probabilidad de que ésta se mayor al resultado anterior. Todo esto bajo condiciones normales de mercado para la posición larga de 1000 contratos sobre el futuro del DEUA SP01.

### V.1.2 Valor en Riesgo del Futuro del CT91

El futuro del Cete91 visto en el capítulo III se cotiza en el MexDer de forma trimestral y su valor nocional es 100,000 pesos al vencimiento del contrato, este ampara al comprador del contrato una diferencia futura entre la tasa pactada y la tasa al vencimiento o al cierre del contrato; y la fórmula para obtener la posición de mercado de un futuro sobre Cetes a 91 días se da a partir de (3.10)

$$PM = \#CTOS * TAMC * e^{(i_{PL} * PL - i_{PC} * PC)} \quad 5.5$$

Donde

#CTOS = Al número de contratos abiertos que se mantienen al momento de la valuación.

TAMC = Al tamaño del contrato

$i_{PL}$  = A la tasa del plazo largo

$i_{PC}$  = A la tasa del Plazo Corto

PL = Al plazo largo, es decir el plazo que existe desde que se abre la posición a la fecha de vencimiento más el plazo futuro que para CT91 es de 91 días.

PC = Al plazo corto, es decir al plazo que existe desde que se abre la posición a la fecha de vencimiento.

Ya que en un contrato de futuro sobre tasas se utiliza el rendimiento y el valor de mercado es el monto que será igual al capital más los intereses de la tasa. Se supondrá que se tiene una posición larga en CT91 de 1000 contratos con un monto nominal de \$ 100'000,000.00 se compraron a un precio de 84.75 por lo tanto al vencimiento la posición en CT91 será de \$103,854,862.00, lo cual dice que si al vencimiento el precio del CT91 sube entonces se ganarán \$3'854,862.00, eso si las condiciones de mercado favorecen, por lo que se requiere valorar hoy faltando 221 días para el vencimiento (18/sep/2001) con respecto al valor de mercado actual, es decir que riesgo implícito se tiene en esta posición; como antes se tienen las tasas de mercado de 31 días anteriores a la fecha de valuación para plazos de 182 y 365 días (ver Anexo 2) .

Primeramente se deben calcular los rendimientos generados por los cambios en los valores de las tasas de interés, después se procederá a encontrar las tasas continuas para el plazo largo y plazo corto de esta posición y a continuación se diversificará el riesgo de 221 días y 312, enviando parte del riesgo a plazo de 182 días y el resto a plazo de 365.

Las tasas continuas con plazo de 182 y 365 al día de valuación son  $i_{182}=17.694845\%$ ,  $i_{365}=16.667686\%$  de estas se obtendrá mediante interpolación lineal las tasas del plazo largo y plazo corto, es decir de 221 y 312 días respectivamente; que son  $i_{PC221}=17.475942\%$  y  $i_{PL312}=16.965169\%$ , con estas tasas, el plazo, cantidad y el monto se puede calcular la posición de mercado del CT91 SP01, aplicando la fórmula (5.5) de donde se tiene:

$$PM = 1,000 * \$100,000 * e^{((16965169^{312} - 17475942^{221}) / 365)} = \$103,998,271.73$$

Los factores de riesgo involucrados en este instrumento son la tasa del plazo largo y la tasa plazo corto. De tal manera el coeficiente de duración para el factor de riesgo de la tasa del plazo largo queda como

$$W_{dPL} = \frac{\partial PM}{\partial i_{PL}} = PL * \#CTOS * TAMC * e^{i_{PL} * PL - i_{PC} * PC}$$

tenemos

$$W_{iPC} = \frac{\partial P^M}{\partial i_{PC}} = -PC * \# CTOS * TAMC * e^{(i_{PL} * PL - i_{PC} * PC)}$$

entonces

$$W_{PC} = -(221 / 365) * 1000 * 100000 e^{(.16965169 * 221 - 17475942) / 365} = -\$62'968,816.58$$

$$W_{PL} = (312 / 365) * 1000 * 100000 e^{(.16965169 * 221 - 17475942) / 365} = \$88'897,152.82$$

Para poder diversificar el riesgo requerimos encontrar a lambda para el plazo corto y lambda para el plazo largo y las varianzas y covarianzas de las tasas del plazo largo y plazo corto, de tal manera la matriz de varianzas y covarianzas absolutas para nuestro ejemplo es la siguiente:

**Matriz**

<b>Factor</b>	<b>cetes 182</b>	<b>cetes 365</b>
<b>cetes 182</b>	0.000003565	0.000001738
<b>cetes 365</b>	0.000001738	0.000001720

Y lambda para el plazo corto queda como :

$$a = \sigma_{182}^2 * \sigma_{365}^2 - 2\sigma_{182,365} = .00000181$$

$$b = 2 * \sigma_{182,365} - 2 * \sigma_{365}^2 = .0000000348y$$

$$c = \sigma_{365}^2 - \sigma_{221}^2 = -.000001389$$

$\lambda_{iPC} = .863258697$  además, lambda para el plazo largo queda como:

$$a = \sigma_{182}^2 + \sigma_{365}^2 - 2\sigma_{182,365} = .00000181$$

$$b = 2 * \sigma_{182,365} - 2 * \sigma_{365}^2 = .0000000348y$$

$$c = \sigma_{365}^2 - \sigma_{312}^2 = -.0000004484$$

$$\lambda_{iPL} = .488216001$$

Por tanto



$$W_{,182} = \lambda W_{,221} = -\$54'358,378.56y$$

$$W_{,365} = (1 - \lambda) * W_{,221} = -\$8'610,438.02$$

$$W_{,182} = \lambda W_{,312} = \$43'401,012.47$$

$$W_{,365} = (1 - \lambda)W_{,312} = \$45'496,140.35$$

Por lo que se ha obtenido el vector W conformado por la suma del plazo a 182 días y el plazo a 365 días ya que el plazo largo y el plazo corto fueron interpolados para el mismo plazo, es decir una parte del riesgo se envió a 182 días y la otra a 365, además esto se puede hacer porque es el mismo instrumento.

$$W = \begin{bmatrix} -\$10'957,366.09 \\ \$36'885,702.33 \end{bmatrix} = W_{221} = \begin{bmatrix} -\$54'358,378.56 \\ -\$8'610,438.02 \end{bmatrix} + W_{312} = \begin{bmatrix} \$43'401,012.47 \\ \$45'496,140.35 \end{bmatrix}$$

done  $W^T = [-\$10',957,366.09 \quad \$36'885,702.33]$  y utilizando la matriz de varianza-covarianza absoluta se puede calcular el VaR del Instrumento utilizando (4.40)

$$VaR = 1.96 * \sqrt{W^T * M * W} = \sqrt{12,288,534,281.84} = 217,268.86$$

Calculado a un nivel de confianza del 97.5% , por lo que se tiene una pérdida máxima esperada en un día de \$ 72,383.70 con un 2.5% de probabilidad de que ésta se mayor al resultado anterior. Todo esto bajo condiciones normales de mercado para la posición larga de 1000 contratos sobre el futuro del CT91 SP01.

### V.1.3 Valor en Riesgo un portafolio sobre futuros del MexDer

Si ahora se quiere obtener el Valor en Riesgo del portafolio compuesto por la posición de DEUA y CT91 de los 2 ejercicios anteriores, lo que se debe hacer es conocer cuales son los coeficientes de correlación dos a dos entre los factores de riesgo de los instrumentos, esto no será problema pues ya contamos con la matriz de varianzas-covarianzas vista en el cálculo del DEUA, por tanto la matriz a utilizar será

**Matriz de Varianzas y Covarianzas Absolutas**

	cetes 182	cetes 365	Tbill 182	Tbill 365
cetes 182	0.00000357	0.00000174	0.00000021	-0.00000005
cetes 365	0.00000174	0.00000172	0.00000034	0.00000028
Tbill 182	0.00000021	0.00000034	0.00000056	0.00000053
Tbill 365	-0.00000005	0.00000028	0.00000053	0.00000071

Y nuestro vector W será

$$W = \begin{bmatrix} \$43'756,484.40 \\ \$45'288,652.01 \\ -\$29'666,050.83 \\ -\$33'450,749.35 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \$54'713,850.49 \\ \$8'402,949.69 \\ -\$29'666,050.83 \\ -\$33'450,749.35 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -\$10'957,366.09 \\ \$36'885,702.33 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

nuevamente aquí se aplica el concepto de que el coeficiente de duración se puede sumar cuando se esta hablando del mismo plazo y de igual factor de riesgo.

De tal manera el VaR de este portafolio será

$$VaR = 1.96 * \sqrt{W^T * M * W} = \sqrt{17'433,312210.64} = 258,783.99$$

Por tanto la pérdida máxima esperada bajo condiciones normales de mercado para este portafolio es de \$258,783.99 pesos en un día.

Lo cual cumple con nuestra aseveración en el capítulo IV, la diversificación del portafolio es primordial para la disminución de riesgos por lo que el VaR de 2 o más posiciones es menor que la suma de sus valores por separado y será igual si las posiciones están perfectamente correlacionadas, ya que si se suma el VaR de cada instrumento por separado se tiene que suman \$303,712.08 mucho mayor que el VaR del portafolio.

## V.2 Conclusiones

El cálculo del VaR lineal para instrumentos cotizados en el MexDer es relativamente sencillo, como hemos dicho antes todo consiste en conocer perfectamente el tipo de instrumento en el que se está invirtiendo o en su caso tomando una posición de deuda; para así poder identificar las variables o factores que más afectan al instrumento, sin embargo debemos estar conscientes que el VaR también está sujeto al riesgo evento y debe ser complementado con algo llamado “pruebas de estrés” o con valuaciones subjetivas del entorno económico que mueve a los mercados financieros. Debe recordarse que, aún con un intervalo de confianza del 99% suceden eventos inusuales y algunas veces ocurren con furia, por tanto el VaR debe ser considerado sólo como una aproximación de primer orden, el hecho de que el valor es generado a partir de un método estadístico no debe ocultar que se trata sólo de una estimación, por lo que los usuarios no deben confiarse sino que deben reconocer las limitantes del VaR.

## Conclusión General

Hasta ahora hemos visto que tan poderosa puede ser la herramienta de Value at Risk para la buena administración de riesgos en los portafolios de alguna empresa financiera o en la estructura de deuda de alguna empresa, además con la tecnología actual se han construido modelos que parten de el VaR para poder generar otro tipo de escenarios de riesgo, no solo en lo concerniente a riesgo de mercado, sino también a riesgo de crédito, afortunadamente la creciente ola de equipos multidisciplinarios nos han llevado a poder realizar trabajos en conjunto donde se relaciona la parte matemática, económica, operativa, etc, que antes se manejaba por separado, de esta creciente unión surgió el VaR y otras herramientas donde las finanzas ya no son vistas de forma sencilla, pues la complejidad matemática ha llegado para poder sustentar los modelos actuales sin olvidar por supuesto la experiencia del operador o del estratega, por lo que actualmente cada día se negocian mas y mas instrumentos complejos y es debido a todo esto que ahora las empresas están utilizando el VaR como una medida de decisión estratégica, actualmente todo buen Administrador financiero o Director de una empresa debe estar consciente de los riesgos que se incurren al operar cualquier cosa ya que estamos en un mundo donde la interacción con nuestro ambiente puede llevarnos a cambiar de rumbo o dirección, la constante principal en el mundo de los negocios de hoy es el Cambio por lo que se debe tener información al día de todo lo que suceda alrededor que pueda afectar a la empresa, en el caso de los mercados financieros, se sabe que a nivel mundial están correlacionados solo hay que recordar el efecto Dragón, Tequila, Zamba y actualmente la desaceleración económica, por lo que es muy importante conocer estas técnicas de riesgo que nos pueden llevar a estar mejor preparados para enfrentar los cambios en nuestro entorno y tomar decisiones adecuadas que mitiguen o anulen el riesgo

Anexos

Anexo I.

La normal

+	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	0.50000	0.50399	0.50798	0.51197	0.51595	0.51994	0.52392	0.52790	0.53188	0.53586
0.1	0.53983	0.54380	0.54776	0.55172	0.55567	0.55962	0.56356	0.56749	0.57142	0.57535
0.2	0.57926	0.58317	0.58706	0.59095	0.59483	0.59871	0.60257	0.60642	0.61026	0.61409
0.3	0.61791	0.62172	0.62552	0.62930	0.63307	0.63683	0.64058	0.64431	0.64803	0.65173
0.4	0.65542	0.65910	0.66276	0.66640	0.67003	0.67364	0.67724	0.68082	0.68439	0.68793
0.5	0.69146	0.69497	0.69847	0.70194	0.70540	0.70884	0.71226	0.71566	0.71904	0.72240
0.6	0.72575	0.72907	0.73237	0.73565	0.73891	0.74215	0.74537	0.74857	0.75175	0.75490
0.7	0.75804	0.76115	0.76424	0.76730	0.77035	0.77337	0.77637	0.77935	0.78230	0.78524
0.8	0.78814	0.79103	0.79389	0.79673	0.79955	0.80234	0.80511	0.80785	0.81057	0.81327
0.9	0.81594	0.81859	0.82121	0.82381	0.82639	0.82894	0.83147	0.83398	0.83646	0.83891
1	0.84134	0.84375	0.84614	0.84849	0.85083	0.85314	0.85543	0.85769	0.85993	0.86214
1.1	0.86433	0.86650	0.86864	0.87076	0.87286	0.87493	0.87698	0.87900	0.88100	0.88298
1.2	0.88493	0.88686	0.88877	0.89065	0.89251	0.89435	0.89617	0.89796	0.89973	0.90147
1.3	0.90320	0.90490	0.90658	0.90824	0.90988	0.91149	0.91308	0.91466	0.91621	0.91774
1.4	0.91924	0.92073	0.92220	0.92364	0.92507	0.92647	0.92785	0.92922	0.93056	0.93189
1.5	0.93319	0.93448	0.93574	0.93699	0.93822	0.93943	0.94062	0.94179	0.94295	0.94408
1.6	0.94520	0.94630	0.94738	0.94845	0.94950	0.95053	0.95154	0.95254	0.95352	0.95449
1.7	0.95543	0.95637	0.95728	0.95818	0.95907	0.95994	0.96080	0.96164	0.96246	0.96327
1.8	0.96407	0.96485	0.96562	0.96638	0.96712	0.96784	0.96856	0.96926	0.96995	0.97062
1.9	0.97128	0.97193	0.97257	0.97320	0.97381	0.97441	0.97500	0.97558	0.97615	0.97670
2	0.97725	0.97778	0.97831	0.97882	0.97932	0.97982	0.98030	0.98077	0.98124	0.98169
2.1	0.98214	0.98257	0.98300	0.98341	0.98382	0.98422	0.98461	0.98500	0.98537	0.98574
2.2	0.98610	0.98645	0.98679	0.98713	0.98745	0.98778	0.98809	0.98840	0.98870	0.98899
2.3	0.98928	0.98956	0.98983	0.99010	0.99036	0.99061	0.99086	0.99111	0.99134	0.99158
2.4	0.99180	0.99202	0.99224	0.99245	0.99266	0.99286	0.99305	0.99324	0.99343	0.99361
2.5	0.99379	0.99396	0.99413	0.99430	0.99446	0.99461	0.99477	0.99492	0.99506	0.99520

(-)	0	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	-0.06	-0.07	-0.08	-0.09
0	0.50000	0.49601	0.49202	0.48803	0.48405	0.48006	0.47608	0.47210	0.46812	0.46414
-0.1	0.46017	0.45620	0.45224	0.44828	0.44433	0.44038	0.43644	0.43251	0.42858	0.42465
-0.2	0.42074	0.41683	0.41294	0.40905	0.40517	0.40129	0.39743	0.39358	0.38974	0.38591
-0.3	0.38209	0.37828	0.37448	0.37070	0.36693	0.36317	0.35942	0.35569	0.35197	0.34827
-0.4	0.34458	0.34090	0.33724	0.33360	0.32997	0.32636	0.32276	0.31918	0.31561	0.31207
-0.5	0.30854	0.30503	0.30153	0.29806	0.29460	0.29116	0.28774	0.28434	0.28096	0.27760
-0.6	0.27425	0.27093	0.26763	0.26435	0.26109	0.25785	0.25463	0.25143	0.24825	0.24510
-0.7	0.24196	0.23885	0.23576	0.23270	0.22965	0.22663	0.22363	0.22065	0.21770	0.21476
-0.8	0.21186	0.20897	0.20611	0.20327	0.20045	0.19766	0.19489	0.19215	0.18943	0.18673
-0.9	0.18406	0.18141	0.17879	0.17619	0.17361	0.17106	0.16853	0.16602	0.16354	0.16109
-1	0.15866	0.15625	0.15386	0.15151	0.14917	0.14686	0.14457	0.14231	0.14007	0.13786
-1.1	0.13567	0.13350	0.13136	0.12924	0.12714	0.12507	0.12302	0.12100	0.11900	0.11702
-1.2	0.11507	0.11314	0.11123	0.10935	0.10749	0.10565	0.10383	0.10204	0.10027	0.09853
-1.3	0.09680	0.09510	0.09342	0.09176	0.09012	0.08851	0.08692	0.08534	0.08379	0.08226
-1.4	0.08076	0.07927	0.07780	0.07636	0.07493	0.07353	0.07215	0.07078	0.06944	0.06811
-1.5	0.06681	0.06552	0.06426	0.06301	0.06178	0.06057	0.05938	0.05821	0.05705	0.05592
-1.6	0.05480	0.05370	0.05262	0.05155	0.05050	0.04947	0.04846	0.04746	0.04648	0.04551
-1.7	0.04457	0.04363	0.04272	0.04182	0.04093	0.04006	0.03920	0.03836	0.03754	0.03673
-1.8	0.03593	0.03515	0.03438	0.03362	0.03288	0.03216	0.03144	0.03074	0.03005	0.02938
-1.9	0.02872	0.02807	0.02743	0.02680	0.02619	0.02559	0.02500	0.02442	0.02385	0.02330
-2	0.02275	0.02222	0.02169	0.02118	0.02068	0.02018	0.01970	0.01923	0.01876	0.01831
-2.1	0.01786	0.01743	0.01700	0.01659	0.01618	0.01578	0.01539	0.01500	0.01463	0.01426
-2.2	0.01390	0.01355	0.01321	0.01287	0.01255	0.01222	0.01191	0.01160	0.01130	0.01101
-2.3	0.01072	0.01044	0.01017	0.00990	0.00964	0.00939	0.00914	0.00889	0.00866	0.00842
-2.4	0.00820	0.00798	0.00776	0.00755	0.00734	0.00714	0.00695	0.00676	0.00657	0.00639
-2.5	0.00621	0.00604	0.00587	0.00570	0.00554	0.00539	0.00523	0.00508	0.00494	0.00480

## Anexo 2

Las tasas de mercado sobre las cuales se trabajara el DEUA, son compuestas continuamente y de ella se obtendrán los rendimientos debido a los cambio diarios de dichos valores, también se tienen los rendimientos del tipo de cambio de los últimos 31 días, los valores son:

Precios y Tasas (continuas)

*tabla 1*

#	Fecha	cetes 182	cetes 365	Tbill 182	Tbill 365	TdC
0	9-Feb-01	17.694845%	16.667686%	5.208339%	5.112735%	9.7238
1	8-Feb-01	17.561073%	16.643470%	5.248294%	5.135198%	9.6464
2	7-Feb-01	17.625813%	16.703547%	5.220793%	5.092716%	9.6945
3	6-Feb-01	17.606479%	16.661968%	5.260309%	5.160510%	9.6998
4	5-Feb-01	17.766772%	16.689614%	5.247685%	5.106625%	9.7560
5	2-Feb-01	17.709653%	16.692852%	5.290996%	5.088064%	9.7560
6	1-Feb-01	17.574470%	16.506240%	5.290996%	5.088064%	9.7328
7	31-Ene-01	17.574470%	16.506240%	5.294412%	5.141947%	9.6828
8	30-Ene-01	17.553499%	16.435838%	5.343553%	5.183473%	9.6692
9	29-Ene-01	17.635952%	16.575923%	5.395759%	5.237065%	9.6687
10	26-Ene-01	17.367963%	16.417465%	5.453939%	5.327547%	9.6909
11	25-Ene-01	17.494997%	16.479292%	5.451296%	5.280679%	9.6830
12	24-Ene-01	17.676665%	16.520229%	5.382547%	5.201633%	9.6923
13	23-Ene-01	17.644886%	16.463859%	5.381884%	5.229820%	9.7683
14	22-Ene-01	17.668999%	16.534386%	5.413030%	5.169216%	9.7863
15	19-Ene-01	17.800016%	16.678141%	5.470858%	5.235882%	9.7953
16	18-Ene-01	17.745145%	16.530139%	5.508939%	5.335834%	9.8870
17	17-Ene-01	18.029085%	16.639301%	5.568619%	5.411783%	9.8878
18	16-Ene-01	17.493969%	16.220733%	5.546708%	5.383754%	9.9778
19	15-Ene-01	17.207617%	16.045682%	5.592130%	5.390551%	9.9018
20	12-Ene-01	16.888028%	15.907475%	5.468318%	5.322111%	9.8798
21	11-Ene-01	16.827496%	15.805257%	5.499039%	5.335057%	9.8548
22	10-Ene-01	16.731793%	15.791753%	5.410952%	5.269889%	9.8167
23	9-Ene-01	16.629730%	15.724474%	5.381203%	5.200963%	9.7417
24	8-Ene-01	16.680962%	15.814603%	5.507618%	5.267574%	9.6900
25	5-Ene-01	16.747555%	15.810586%	5.591773%	5.351693%	9.7546
26	4-Ene-01	16.695696%	15.829410%	5.906281%	5.665975%	9.7080
27	3-Ene-01	17.140390%	15.928346%	5.989311%	5.642055%	9.8340
28	2-Ene-01	17.020260%	16.191076%	6.190192%	5.911690%	9.7140
29	29-Dic-00	17.020260%	16.191076%	6.190192%	5.911690%	9.6098
30	28-Dic-00	17.020260%	16.191076%	6.190192%	5.911690%	9.5997

De tal suerte que al obtener los rendimientos de estos datos nuestra muestra se reduce a 30 datos y se obtiene con la fórmula 4.19

Rendimientos o muestras (Desviación estándar) *tabla 2*

#	cetes 182	cetes 365	Tbill 182	Tbill 365	TdC
1	0.75887%	0.14539%	-0.76421%	-0.43839%	0.79917%
2	-0.36798%	-0.36031%	0.52538%	0.83071%	-0.49739%
3	0.10975%	0.24923%	-0.75405%	-1.32241%	-0.05466%
4	-0.90630%	-0.16579%	0.24027%	1.04967%	-0.57772%
5	0.32201%	-0.01940%	-0.82195%	0.36413%	0.00000%
6	0.76626%	1.12421%	0.00000%	0.00000%	0.23809%
7	0.00000%	0.00000%	-0.06454%	-1.05344%	0.51505%
8	0.11940%	0.42742%	-0.92389%	-0.80435%	0.14055%
9	-0.46862%	-0.84870%	-0.97225%	-1.02859%	0.00517%
10	1.53122%	0.96055%	-1.07248%	-1.71297%	-0.22934%
11	-0.72877%	-0.37589%	0.04847%	0.88362%	0.08155%
12	-1.03304%	-0.24810%	1.26917%	1.50821%	-0.09600%
13	0.17994%	0.34180%	0.01232%	-0.54042%	-0.78107%
14	-0.13656%	-0.42746%	-0.57705%	1.16558%	-0.18410%
15	-0.73877%	-0.86568%	-1.06264%	-1.28143%	-0.09192%
16	0.30874%	0.89137%	-0.69366%	-1.89099%	-0.93181%
17	-1.58743%	-0.65821%	-1.07750%	-1.41334%	-0.00809%
18	3.01301%	2.54772%	0.39425%	0.51927%	-0.90610%
19	1.65041%	1.08505%	-0.81557%	-0.12617%	0.76461%
20	1.87471%	0.86507%	2.23892%	1.27776%	0.22243%
21	0.35908%	0.64465%	-0.56023%	-0.24295%	0.25336%
22	0.57035%	0.08547%	1.61483%	1.22903%	0.38736%
23	0.61186%	0.42695%	0.55131%	1.31655%	0.76694%
24	-0.30760%	-0.57154%	-2.32203%	-1.27261%	0.53212%
25	-0.39842%	0.02541%	-1.51642%	-1.58430%	-0.66445%
26	0.31013%	-0.11899%	-5.47200%	-5.70660%	0.47887%
27	-2.62867%	-0.62307%	-1.39600%	0.42306%	-1.28955%
28	0.70333%	-1.63599%	-3.29897%	-4.66834%	1.22776%
29	0.00000%	0.00000%	0.00000%	0.00000%	1.07847%
30	0.00000%	0.00000%	0.00000%	0.00000%	0.10516%

$$\begin{aligned} \sigma &= 1.06706\% & 0.78690\% & 1.43137\% & 1.64418\% & 0.60614\% \\ \sigma^2 &= 0.00011386 & 0.00006192 & 0.00020488 & 0.00027033 & 0.00003674 \end{aligned}$$

## Glosario

**Activo(s) Subyacente(s).**- Es aquel bien o índice de referencia, objeto de un Contrato de Futuro concertado en la Bolsa.

**Aportación(es).**- Es el efectivo, valores o cualquier otro bien que aprueben las Autoridades, que deba entregarse a los Socios Liquidadores y, en su caso, a los Socios Operadores, por cada Contrato Abierto, para procurar el cumplimiento de las obligaciones derivadas de los Contratos de Futuros.

**Agente.**- Intermediario autorizado para responsabilizarse de la ejecución de los procedimientos de ejercicio y liquidación de contratos de futuros y opciones; función que en MexDer es efectuada por los Socios Liquidadores.

**Apalancamiento Financiero.**- Operación con productos derivados, a través de la cual el inversionista busca beneficiarse íntegramente de la totalidad de la apreciación (en los calls) o de la depreciación (en los puts) de los títulos de referencia, con una inversión inferior al precio de mercado de dichos títulos.

**Aportación Inicial Mínima.**- Efectivo, valores o cualquier otro bien aprobado por las Autoridades Financieras, que deberán entregar los Socios Liquidadores a la Cámara de Compensación por cada contrato abierto.

**Arbitraje.**- En el mercado de opciones y otros productos derivados, el arbitraje implica una estrategia que combina la compra de un contrato que se considera subvaluado y la venta de otro considerado sobrevaluado; vinculados a dos activos subyacentes relacionados; esperando obtener un beneficio libre de riesgo, sin que medie una inversión.

**Cliente(s).**- A las personas que celebren Contratos de Futuros y Contratos de Opciones en la Bolsa, a través de un Socio Liquidador, o de un Socio Operador que actúe como comisionista de un Socio Liquidador, y cuya contraparte sea la Cámara de Compensación.

**Comisionado de Ejecución.**- Es la persona designada por el Comité Técnico para asumir la administración de un Socio Liquidador cuando se



presente cualquiera de los supuestos de intervención previstos en el reglamento.

**Compensar.-** Aquella operación en la cual un contrato de Futuro o Opción es cerrado con otro contrato de naturaleza contraria -compra o venta-

**Comprador.-** Es un Contrato de Futuro, es la parte que se obliga a pagar a la contraparte en la Fecha de Liquidación el Saldo de Liquidación al Vencimiento.

**Condiciones Generales de Contratación.-** Son las características estandarizadas para cada uno de los Contratos de Futuros.

**Contralor Normativo.-** Es la persona que ha sido designada en términos de los estatutos sociales de la Bolsa y autorizado por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, responsable de vigilar que se observen las Reglas, Disposiciones, normas de autorregulación que expidan la Bolsa y la Cámara de Compensación, así como las demás disposiciones que emitan las Autoridades aplicables al mercado y de proponer al consejo de administración de la Bolsa, modificaciones a las normas de autorregulación.

**Contrato(s) Abierto(s).-** Aquella operación celebrada en la Bolsa por un Cliente a través de un Socio Liquidador, que no haya sido cancelada por el mismo Cliente, por la celebración de una operación de naturaleza contraria del mismo tipo a través del mismo Socio Liquidador.

**Excedente(s) de la(s) Aportación(es) Inicial(es) Mínima(s).-** A la diferencia entre la Aportación inicial solicitada al Cliente por el Socio Liquidador y la Aportación Inicial Mínima solicitada al Socio Liquidador por la Cámara de Compensación, que administrará el Socio Liquidador correspondiente.

**Fideicomitente(s) de la Cámara de Compensación.-** A las personas que afecten recursos al patrimonio de la Cámara de Compensación.

**Formador de Mercado.-** Al Socio Operador que obtenga la aprobación por parte de la Bolsa para actuar con tal carácter y que deberá mantener en forma permanente y por cuenta propia, cotizaciones de compra y venta de Contratos de Futuros y Contratos de Opciones.

**Liquidación.-** Operación que obtiene las pérdidas o ganancias de las operaciones compensadas, así como las variaciones de los contratos abiertos.

**Miembro(s).-** Es el socio de la Bolsa que está autorizado para celebrar Contratos de Futuros, ya sea con el carácter de Socio Liquidador o de Socio Operador.

**Posición (es) Límite (s).-** Es el número máximo de Contratos Abiertos de una misma Clase o Serie que podrá mantener un Cliente.

**Precio de Liquidación Diaria o Precio de Cierre.-** Es el precio de referencia por unidad de activo Subyacente que la Bolsa da a conocer a la Cámara de Compensación para efectos del cálculo de la Liquidación Diaria de los Contratos de Futuros.

**Precio de Liquidación al Vencimiento.-** Es el precio de referencia por unidad de Activo Subyacente que da a conocer la Bolsa y con base al cual la Cámara de Compensación realiza la liquidación de los Contratos de Futuros en la Fecha de Liquidación.

**Precio Futuro o de Concertación.-** Es el precio por unidad de Activo Subyacente pactado en un Contrato de Futuro al momento de la celebración.

**Saldo de Liquidación al Vencimiento.-** En caso de una Posición Larga liquidable en especie, es la cantidad que resulte de multiplicar el Precio de Liquidación al Vencimiento por el número de unidades del Activo Subyacente que ampare un Contrato de Futuro, por el número de Contratos Abiertos.

En caso de una posición corta liquidable en especie, es el número de unidades del Activo subyacente que ampara un Contrato de Futuro, multiplicado por el numero de Contratos Abiertos.

En caso de una posición Larga o una posición corta liquidable en efectivo, es la diferencia entre el Precio de Liquidación Diaria del Día hábil anterior a la fecha de vencimiento o el precio pactado y el precio de liquidación al vencimiento, multiplicado por el número de unidades de Activo

Subyacente que ampara el Contrato de Futuro, por el número de Contratos Abiertos,

**Unidad(es) de Inversión.-** A la unidad de cuenta, cuyo valor en moneda nacional publica el Banco de México, en el Diario Oficial de la Federación.

## Bibliografía

**DE LA CUEVA**, Benjamín, *Matemáticas Financieras*, México: Porrúa, séptima edición, 1989

**HULL**, John C., *Introduction to Futures and Options Markets*, New Jersey: Prentice Hall, tercera edición, 1998

**MENDENHALL**, William, Richard L. Scheaffer y Dennis D. Wackerly, *Estadística Matemática con Aplicaciones*, México: Grupo Editorial Iberoamerica, tercera edición, 1986

**JORION**, Philippe, *Value at Risk: The New Benchmark for Controlling Derivatives Risk*, Estados Unidos de América: Irwin, 1995

**JARROW**, Robert and Turnbull Stuart, *Derivative Securities*, Estados Unidos de América: South-Western, primera edición, 1995

**COURATN**, Richad y Fritz John: *Introducción al Cálculo y al Análisis Matemático*, México: editorial Limusa, 1971

**ROSS**, Sthephen, *Fundamentos de Finanzas Corporativa*, España: McGraw-Hill, segunda edición, 1997

**GAF**, Grupo Asesores Financieros, *el Mercado Mexicano de Dinero, Capitales y Productos Derivados: sus instrumentos y sus usos*, México: Grupo editorial León, primera edición, 1998.

**MEXDER**, *Reglamento y Manual del Mercado Mexicano de Derivados, y Reglamento y Manual de Asigna*, México: MexDer, 1996

**LABUSZEWSKI**, John W., *Trading options on futures*, Estados Unidos de América: Wiley, primera edición, 1998