



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Sistema para la administración de riesgos financieros
con base en la arquitectura cliente-servidor**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
A C T U A R I O
P R E S E N T A:
HARIM GARCÍA LAMONT



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

DIRECTOR DE TESIS: DR RICARDO LINO MANSILLA CORONA
ASESOR DE TESIS: DR. PEDRO EDUARDO MIRAMONTES VIDAL

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"Sistema para la administración de riesgos financieros con base en la arquitectura cliente-servidor".

realizado por GARCÍA LAMONT HARIM

con número de cuenta 09851619-3 , quien cubrió los créditos de la carrera de:
ACTUARÍA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tésis

Propietario DR. RICARDO LINO MANSILLA CORONA

Asesor de Tésis

Propietario DR. PEDRO EDUARDO MIRAMONTES VIDAL

Propietario M. EN C. JUAN RICO ARVIZÚ

Suplente ACT. RICARDO HUMBERTO SEVILLA AGUILAR

Suplente M. EN C. ERIC FABIAN HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

R. Lino Mansilla Corona
P. E. Miramontes Vidal

Juan Rico A.

R. H. Sevilla Aguilar

E. F. Hernández Martínez

Consejo Departamental de Matemáticas

ACT. JAIME VAZQUEZ ALAMILA



FACULTAD DE CIENCIAS
CONSEJO DEPARTAMENTAL
DE
MATEMÁTICAS

Dedicatoria

El siguiente trabajo de tesis esta dedicado a la familia García Lamont y futuras generaciones.

Asimismo este trabajo de tesis, con el cual me titulo, es una forma de agradecerles a mis padres. Pues a ellos les debo todo lo que he podido tener y, que sin ellos, no hubiera llegado a esta meta. Asimismo reconozco su excelencia como padres y cariño incondicional, pues ellos son las únicas personas en las que puedo confiar.

Agradecimientos

A mi director de tesis Dr. Ricardo Mansilla Corona por la ayuda y paciencia que me ha otorgado para poder terminar este trabajo de tesis.

A mi asesor Dr. Pedro Eduardo Miramontes Vidal por su flexibilidad y hacer presente su participación en el presente trabajo.

A mis sinodales adjuntos M en C. Juan Rico Arvizú, Act. Ricardo Sevilla Aguilar y M en C. Erick Fabian Hernández Martínez. A todos ellos por su tiempo y conocimientos profesionales que hicieron posible acreditar este trabajo de Tesis.

Asimismo agradezco a las siguientes personas que aportaron sus conocimientos profesionales para el desarrollo del sistema:

Stefan Mueller; por su contribución en el área de la conexión JAVA-MATLAB. Flavio Bazzana; por su contribución en el desarrollo de algoritmos aplicados a la administración de riesgos financieros en MATLAB. Luis Enrique Serrano Gutierrez; por su apoyo en el área de pruebas de configuración y desarrollo.

Índice

Introducción.....	1
Capitulo 1: Administración de riesgos financieros.....	4
1.1 Incertidumbre en los mercados financieros.....	4
1.2 Funciones y objetivos de la Administración de Riesgos.....	5
1.3 Concepto de diversificación.....	9
1.4 Análisis técnico y fundamental.....	9
1.5 Valor en Riesgo.....	10
Capitulo 2: Econometría financiera.....	12
2.1 Precios y rendimientos.....	12
2.2 Rendimientos aleatorios.....	16
2.2.1 Medidas de centralidad.....	16
2.2.2 Estimadores muestrales.....	19
2.3 Distribución normal.....	20
2.3.1 Distribución normal no estandarizada.....	20
2.3.2 Distribución normal estandarizada.....	22
2.4 Características estocásticas de los rendimientos.....	23
2.4.1 Caminata aleatoria.....	23
2.4.2 Tratamiento de datos históricos.....	28
2.5 Pronósticos.....	30
2.5.1 Volatilidad dinámica.....	30
2.5.2 Covarianza y Correlación dinámica.....	32
Capitulo 3: Calculo del VaR.....	34
3.1 Concepto del Valor en Riesgo.....	34
3.3 Factores cuantitativos.....	34
3.3 Metodologías para el cálculo del VaR.....	35
3.3.1 Calculo para distribuciones maestras.....	35
3.3.2 Métodos Paramétricos.....	37
3.3.2.1 El VaR de un activo individual.....	37
3.3.2.2 El VaR para un portafolios de inversión.....	38
3.3.2.3 Factores de riesgo.....	40
3.3.3 Métodos No Paramétricos.....	41
3.3.3.1 Simulación Montecarlo.....	41
3.3.3.2 Simulación Histórica.....	44
3.4 Pruebas de Backtesting.....	47

Capítulo 4: Teoría General de Sistemas.....	48
4.1 Enfoque de sistemas.....	49
4.2 Mejoramiento y diseño de sistemas.....	52
4.3 Sistemas de información.....	55
4.3.1 Categorías de los sistemas de información.....	56
4.3.1.1 Sistemas transaccionales.....	56
4.3.1.2 Sistemas de información gerencial.....	57
4.3.1.3 Sistemas para el soporte de decisiones.....	58
4.3.1.4 Sistemas estratégicos.....	58
4.3.1.5 Sistemas expertos.....	58
4.4 Estrategias para el desarrollo de sistemas.....	59
4.4.1 Método de desarrollo por análisis estructurado.....	60
4.4.2 Método del ciclo de vida para el desarrollo de sistemas.....	60
4.5 Usuarios.....	62
4.6 Tecnología Java Enterprise Edition.....	63
4.6.1 Sinopsis.....	63
4.6.2 Modelos aplicados.....	64
4.6.3 Apreciación global de la plataforma.....	65
4.6.3.1 Especificaciones J2EE.....	66
4.6.3.2 Arquitectura J2EE.....	67
4.6.3.3 Servicios.....	72
4.6.4 RMI-IIOP.....	72
4.6.5 Componentes JavaBeans.....	72
4.6.6 Requisitos del producto.....	75
4.6.7 Extensión del producto.....	76
4.6.8 Roles de la plataforma.....	77
4.6.8.1 J2EE Producto provider.....	77
4.6.8.2 Ensamblador de la aplicación.....	78
4.6.8.3 Deployer.....	78
4.6.8.4 Administrador del sistema.....	79
4.6.9 Contratos de la plataforma.....	79
4.6.10 Protocolos de la red.....	80
4.6.11 Desarrollo de aplicaciones J2EE.....	80
4.6.12 Actualizaciones.....	80
Capítulo 5: Sistema para la Administración de Riesgos Financieros.....	81
5.1 Investigación preliminar.....	82
5.2 Requerimientos del sistema.....	85
5.3 Diseño o mejoramiento del sistema.....	91

5.4 Desarrollo del sistema.....	114
5.6 Implementación y evaluación.....	120
Síntesis y conclusiones.....	121
Bibliografía.....	123

Introducción

La actividad en que una persona busca incrementar el valor de algún bien personal a través del sacrificio de otro, se le denomina una "Inversión" y los "Mercados Financieros" son la clara manifestación de esta actividad.

Los mercados financieros son la conexión directa para los inversionistas financieros, donde compradores y vendedores buscan la forma de incrementar el valor inicial de un activo.

Al decir inversiones, se debe hacer referencia a la clasificación de éstas, ya que existen las inversiones "tangibles" y "financieras". Para las inversiones tangibles, el valor del activo es físico, mientras que las inversiones financieras son contratos escritos en un papel certificado, donde testifican el valor de algún activo sustancial. Como ejemplo de los dos tipos de inversión, se puede considerar el crédito bancario otorgado a un granjero para la compra de un tractor. Así entonces, el tractor representaría una inversión tangible para el granjero, ya que le ayudaría a minimizar el tiempo y esfuerzo de su cosecha, y por otro lado, el contrato de crédito representaría una inversión financiera para el banco ya que realiza un préstamo con base a una tasa de interés.

La mayoría de las inversiones financieras son realizadas en los mercados financieros mundiales y los contratos que se ponen en circulación para su compra y venta son denominados "Instrumentos financieros" o "activos".

La característica principal de los mercados financieros es que son dinámicos. Esto significa que el valor futuro de un activo no es considerado como un número fijo. Es más bien considerado como un proceso que cambia en el tiempo y sujeto a la incertidumbre, i.e., "Riesgos Financieros".

Por otro lado, los mercados financieros han evolucionado con una rapidez estrepitosa. Factores como el número de participantes, la cantidad de dinero invertido y el crecimiento de las industrias han testificado que los mercados financieros sean determinantes para la economía global. Sin embargo, el factor predominante de su crecimiento esta en la tecnología. Actividades propias de los mercados financieros, tales como: la

compra, venta y análisis son ejecutadas en inmensas redes de información a la velocidad de microsegundos.

Uno de los canales con un desarrollo más rápido en la actualidad es la red. Hace algunos años la red era un espacio de trabajo con acceso restringido a un pequeño grupo de especialistas. Pero desde que se desarrollo un interfaz grafica para el usuario y una diversidad tecnológica de información, un creciente número de corporaciones utiliza la red como un medio de comunicación con sus clientes, inversionistas y otros grupos. Asimismo, la red brinda muchos servicios, tales como: compras en línea, banca en casa, comunicación a tiempo real y otras actividades comerciales.

En particular los mercados financieros están utilizando a la red como una plataforma para transferir datos financieros, realizar análisis, establecer bases de datos, promover notas de prensa y todo tipo de información financiera relacionada.

Sistemas como REUTERS y BLOOMBERG diariamente canalizan las operaciones realizadas en cada uno de los mercados financieros y, por otro lado, sistemas como RiskMetrics, RAROC y Algorithmics, se encargan de procesar esa información y obtener los índices de riesgo para cada instrumento.

Es así como surge la motivación y el tema principal en este trabajo de tesis, donde el objetivo es la propuesta de un sistema para la administración de riesgos financieros que ayudara a cuantificar la incertidumbre en los mercados financieros.

Para la propuesta de este sistema, se estudiaran, por separado, las dos principales referencias de apoyo, que son: la "Administración de Riesgos Financieros" y la "Teoría General de Sistemas".

La primera referencia, es concerniente ha los fundamentos de la administración de riesgos financieros y el cálculo del VaR. Esta última será la metodología relacionada para la cuantificación el riesgo financiero.

La segunda referencia hace razón ha las metodologías y tecnologías disponibles que existen para el enfoque, mejoramiento y diseño de sistemas.

Posteriormente, partiendo de los lineamientos que Sun Microsystems especifica para la construcción de sistemas Enterprise, se obtendrá un sistema para la Administración de Riesgos Financieros con base en la arquitectura cliente-servidor, el cual ha sido bautizado con el nombre de MActS; "Manager Actuarial en Sistema".

La organización de la tesis comienza con un sondeo de las propiedades y supuestos que se manejan en la Administración de Riesgos Financieros (Capítulo 1) y Econometría Financiera (Capítulo 2), las cuales, son base para poder cuantificar el VaR. Específicamente, el capítulo 2 abarca el concepto de rendimiento; su definición, medidas estadísticas y su comportamiento dinámico.

En el capítulo 3, se expone, con base a los resultados obtenidos en el capítulo 2, los métodos para cuantificar el VaR. Asimismo, dichos métodos serán explicados en detalle.

En el capítulo 4 se dará noción de la Teoría de Sistemas y los modelos que yacen del pensamiento sistemático para la construcción de un sistema de información. Específicamente, se dará a conocer los lineamientos que Sun Microsystems especifica para la construcción de sistemas Enterprise.

Posteriormente, en el capítulo 5, se hará una implementación de un sistema para la Administración de Riesgos Financieros con base a los capítulos 3 y 4.

Y por último, en el capítulo 6 se hará una síntesis y las conclusiones correspondientes de los cinco capítulos anteriores.

Capítulo 1

Administración de Riesgos Financieros

1.1 Incertidumbre en los Mercados Financieros

Para los inversionistas, los mercados financieros representan la oportunidad de incrementar masivamente el valor de sus inversiones mediante la selección apropiada de instrumentos financieros. Sin embargo, esto también representa un proceso donde diversos factores entran en relación, ya sea de forma directa o indirecta y, donde el resultado de la inversión puede ser negativo, es decir, el inversionista al participar en algún mercado financiero, entra en un mercado competitivo, donde todos los inversionistas buscan el mismo objetivo, ganar. Al mismo tiempo, esto significa que si alguien gana, también puede perder. Por ende, considerar lo anterior, significa que el inversionista busca la manera de tener el máximo control sobre sus inversiones, de tal forma que sean lo mas rentables posibles.

Cronológicamente han surgido diversas teorías financieras que han constituido la denominada "Economía Financiera", la cual es una rama de la "Economía Matemática" y ésta a su vez es una rama de la "Economía". Ésta es considerada como una ciencia social, ya que trata de una teoría donde esta involucrada la interacción humana.

Respecto a la Economía Financiera, se define como *"el estudio del comportamiento en las personas para la asignación intertemporal de recursos en un entorno incierto, así como el estudio del papel de los agentes económicos y los mercados financieros en facilitar dichas obligaciones"* (Economía Matemática, José M. Martín. 2001). La Economía Financiera mantiene una naturaleza empírica, esto debido a que los mercados financieros no son meramente una abstracción teórica: prosperan en la práctica y juegan un papel crucial dentro de la Economía Global.

En contraste con la naturaleza empírica de la Economía Financiera, ésta es casi enteramente no experimental. Por lo que

el primer método de análisis es por medio de inferencia estadística y, que aplicada en la Economía Financiera, es denominada "Econometría Financiera". Lo que distingue a la Economía Financiera de otras ramas de la Economía es la incertidumbre. Esto hace referencia al punto clave dentro de su propia definición; "Un ambiente de incertidumbre". El término incertidumbre en la Economía Financiera no sólo es clave para la Teoría Financiera, sino que también de la naturaleza empírica de la misma disciplina, pues para el inversionista el término "incertidumbre" se traduce en "riesgo", llevándonos entonces a la denominada "Administración de Riesgos Financieros".

1.2 Funciones y objetivos de la Administración de Riesgos

El término riesgo es sinónimo de "perdida posible", y financieramente, es equivalente a la pérdida que el inversionista sufre al poder tener rendimientos negativos en sus inversiones. Por esta razón, un administrador de riesgos financieros se encarga del asesoramiento y control de la exposición ante el riesgo a través del uso de instrumentos financieros. Para brindar un panorama más particular sobre la Administración de Riesgos, en la tabla No. 1.1 se expone la diferencia entre objetivos y funciones de la Administración de Riesgos Financieros.

Objetivos	Funciones
Identificar los diferentes tipos de riesgo que pueden afectar la operación y/o resultados esperados de una inversión.	Determinar el nivel de tolerancia o aversión al riesgo.
Medir y controlar el riesgo "no-sistemático", mediante la instrumentación de técnicas y herramientas, políticas e implementación de procesos.	Determinación del capital para cubrir un riesgo. Monitoreo y control de riesgos. Identificar alternativas para reasignar el capital y mejorar rendimientos. Garantizar rendimientos sobre capital a los accionistas.

Tabla No. 1.1: Objetivos y funciones de la administración de riesgos.

También es de suma importancia conocer los tipos de riesgos a los que se enfrenta un inversionista y su definición; ver tabla No. 1.2 donde se presentan todos los tipos de riesgos financieros más generales y comunes.

Tipo de riesgo	Definición
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.
RIESGO CRÉDITO	Se presenta cuando las contrapartes están poco dispuestas o imposibilitadas para cumplir sus obligaciones contractuales
RIESGO DE LIQUIDEZ	Se refiere a la incapacidad de conseguir obligaciones de flujos de efectivo necesarios, lo cual puede forzar a una liquidación anticipada, transformando en consecuencia las pérdidas en "papel" en pérdidas realizadas
RIESGO OPERACIONAL	Se refiere a las pérdidas potenciales resultantes de sistemas inadecuados, fallas administrativas, controles defectuosos, fraude, o error humano
RIESGO LEGAL	Se presenta cuando una contraparte no tiene la autoridad legal o regulatoria para realizar una transacción
RIESGO TRANSACCIÓN	Asociado con la transacción individual denominada en moneda extranjera: importaciones, exportaciones, capital extranjero y prestamos
RIESGO TRADUCCIÓN	Surge de la traducción de estados financieros en moneda extranjera a la moneda de la empresa matriz

	para objeto de reportes financieros
RIESGO ECONÓMICO	Asociado con la pérdida de ventaja competitiva debido a movimientos de tipo de cambio

Tabla No. 1.2: Tipos de riesgos financieros.

Una vez explicados los fundamentos de objetivos y funciones de la Administración de Riesgos, así como, los tipos de riesgos financieros, es importante conocer a su vez, las fases de cómo se administra el riesgo de manera muy general (ver tabla No. 1.3).

Fases	Definición
IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO	Determinar cuáles son las exposiciones más importantes al riesgo en la unidad de análisis (familia, empresa o entidad).
EVALUACIÓN DEL RIESGO	Es la cuantificación de los costos asociados a riesgos que ya han sido identificados.
SELECCIÓN DE MÉTODOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO	Depende de la postura que se quiera tomar: evitación del riesgo (no exponerse a un riesgo determinado); prevención y control de pérdidas (medidas tendientes a disminuir la probabilidad o gravedad de pérdida); retención del riesgo (absorber el riesgo y cubrir las pérdidas con los propios recursos) y finalmente, la transferencia del riesgo (que consiste en trasladar el riesgo a otros, ya sea vendiendo el activo riesgoso o comprando una póliza de seguros).
IMPLEMENTACIÓN	Poner en práctica la decisión tomada.
REPASO	Las decisiones se deben de evaluar y revisar periódicamente.

Tabla No. 1.3: Proceso de la administración del riesgo.

Dentro del proceso de la Administración de Riesgos financieros, la fase de "evaluación" se centra en el uso de modelos financieros, los cuales parten de cómo el inversionista encara a la incertidumbre. La esencia de cada modelo financiero es el impacto que la incertidumbre influirá en el inversionista para la toma de decisiones. En sí, si no existiera incertidumbre en los mercados financieros, los problemas en la Economía Financiera se reducirían a las bases teóricas de la Microeconomía. Por lo tanto, la Administración de Riesgos Financieros ha llevado a una nueva vertiente para la Economía Financiera, donde las principales herramientas de análisis son la Probabilidad y Estadística, y que aplicadas a las variables financieras, es la ya mencionada "Econometría Financiera".

También es importante recalcar la importancia del método de transferencia del riesgo, ya que es el método más utilizado en la Administración de Riesgos.

El método de transferencia del riesgo, cuenta con tres dimensiones; la de cobertura, la de aseguramiento y la de diversificación (ver tabla No. 1.4).

Dimensión	Definición
PROTECCIÓN O COBERTURA	Cuando la acción tiende a reducir la exposición a una pérdida, lo obliga también a renunciar a la posibilidad de una ganancia.
ASEGURAMIENTO	Significa pagar una prima (el precio del seguro) para evitar pérdidas.
DIVERSIFICACIÓN	Significa mantener cantidades similares de muchos activos riesgosos en vez de concentrar toda la inversión en uno solo.

Tabla No. 1.4: Dimensiones de la transferencia del riesgo.

Cabe mencionar que la Administración de Riesgos Financieros no es una disciplina propia de la Economía Financiera, pues ésta, como ya se expuso, es un proceso de identificación, evaluación y control de los Riesgos Financieros. Por lo que se hace uso de las metodologías para la Administración de Riesgos, la cual es

tema de otras disciplinas, tales como: Actuaría e Ingeniería de Sistemas.

1.3 Concepto de diversificación

En la tabla No. 1.2, el Riesgo de Mercado hace referencia a la volatilidad de los flujos no esperados sobre las variables financieras que valúan a un instrumento financiero, es decir, el riesgo de mercado en un instrumento es generado por las fluctuaciones positivas o negativas registradas en los indicadores bursátiles que se encuentran asociados para su valuación. Así entonces, el primer método considerado para minimizar la volatilidad será la técnica de diversificación, la cual fue planteada por Harry Markovitz en 1952.

Harry Markovitz desarrolló la Teoría de Portafolios, la cual se basa en repartir todo el capital de inversión en un conjunto de instrumentos debidamente seleccionados. Por lo que el riesgo de mercado (medido a través de la volatilidad) disminuye como consecuencia de la diversificación. También propuso el concepto de covarianza y correlación, es decir, en la medida en que se tienen instrumentos negativamente correlacionados entre sí, el riesgo de mercado del portafolios disminuye.

1.4 Análisis técnico y fundamental

Los modelos para la evaluación de riesgos financieros se dividen en dos tipos de análisis, el "Técnico" y el "Fundamental". El análisis técnico parte del supuesto de que los precios históricos, los volúmenes de transacción y otros indicadores financieros exhiben patrones gráficos que pueden dar futuras tendencias en dichos indicadores. El análisis fundamental es considerado más eficaz que el análisis técnico, ya que parte del supuesto de un mercado eficiente, cuya definición está estructurada en una teoría particular de la oferta y la demanda.

Ambos enfoques intentan solucionar el mismo problema, es decir, determinar la dirección en la que los precios probablemente se moverán, pero consideran este problema desde diferentes posiciones. El fundamentalista estudia la causa del movimiento del mercado, mientras que el técnico estudia el efecto. El técnico cree que el efecto es todo lo que quiere o necesita saber, y que las razones o las causas no son necesarias. En cambio, el fundamentalista siempre tiene que saber por qué.

A continuación se define con más detalle el concepto de análisis fundamental, lo cual nos permitirá introducir las metodologías para la evaluación de los Riesgos Financieros.

El análisis fundamental parte del supuesto de un mercado eficiente. Formalmente se dice que un mercado es eficiente con respecto a un conjunto de información, si los precios en el mercado no afectan a los participantes, aunque dicha información sea revelada a un solo participante. Esto implica que es imposible tener una ganancia económica si algún participante en el mercado accede a dicha información, es decir, si algún participante recibe información extraoficial de los movimientos en los precios del mercado, el participante no podrá sacar ventaja, pues el mercado, al ser eficiente, se autorregula y la oportunidad caerá por sí misma. Claro que esto en la vida real no es del todo cierto. Pero el supuesto de un mercado eficiente es el punto de partida para los modelos financieros en el análisis fundamental.

La idea de un mercado eficiente se puede captar con base al siguiente razonamiento... si al tomar la colección de precios de un activo a través del tiempo, como un conjunto de variables aleatorias, sea $\{P_t; t \in \mathbb{R}^+\}$, entonces la esperanza de la variable aleatoria P_t , dado los precios anteriores $\{P_{t-1}, \dots, P_0\}$, toma el valor del precio anterior, es decir:

$$E[P_t | P_{t-1}, \dots, P_0] = P_{t-1}. \quad (1.1)$$

Por lo tanto, la idea principal en un mercado eficiente es que el valor esperado del precio, de algún activo, será el precio del día anterior, es decir, sin incrementos (nada para nadie).

Cabe mencionar que el término mercado eficiente es sinónimo de la "Ausencia de arbitraje". Cabe mencionar que existen modelos donde se considera la existencia de arbitraje. Sin embargo para los propósitos de esta tesis, el punto de entrada para el siguiente capítulo es la ausencia de arbitraje.

1.5 Valor en riesgo (VaR)

Actualmente una de las metodologías que empiezan a tener gran aceptación dentro de la Administración de Riesgos Financieros, es el cálculo del valor en riesgo o VaR (Value at Risk).

El Valor en Riesgo o VaR, es un cálculo que mide la pérdida máxima posible que puede sufrir un instrumento o portafolios de inversión a lo largo de un intervalo de confianza. Y lo mejor de todo es que expresada en una sola cantidad.

La idea central del VaR responde a la pregunta: Dado un nivel de probabilidad (confianza) p , ¿Cuanto puedo perder, a lo mas, en la fecha futura t (días, semanas, meses, años, etcétera)?.

Así entonces, el VaR combina la exposición a una fuente de riesgo con la probabilidad de un movimiento adverso al mercado.

El enfoque del VaR, permite a los inversionistas incluir varios activos de diversa naturaleza, tales como: divisas extranjeras, productos físicos y acciones, los cuales están expuestos a diferentes fuentes riesgo. Por lo tanto, el VaR constituye un gran avance en las mediciones del riesgo.

Esto explica por que el VaR está ganando rápidamente aceptación entre las instituciones preocupadas por los Riesgos Financieros.

El objetivo de dar el concepto del VaR, es de presentar al VaR como la herramienta a utilizar para la valuación del riesgo de mercado. En el capítulo 3 se expondrá con mas detalle el marco teórico del VaR. Mientras tanto, en el siguiente capítulo se exponen las bases matemáticas que ayudan ha desarrollar la teoría propia del VaR.

Capítulo 2

Econometría Financiera

Para la evaluación y control de riesgos financieros es necesario primero definir las variables sobre las cuales será medido el riesgo. Posteriormente, estas variables presentan propiedades estocásticas que son el resultado de supuestos establecidos para modelar el fenómeno de riesgo. Asimismo, estas propiedades ayudarán a estimar, pronosticar y controlar el riesgo de mercado.

Es así entonces que en esta sección se presentan las definiciones de las variables financieras asociadas al riesgo de mercado, sus supuestos, propiedades estocásticas y los modelos que yacen para pronosticar dichas variables.

Primero se dará la definición de precios y rendimientos. Posteriormente se presentan la forma en que los precios cambian a través del tiempo y como los rendimientos muestran características estocásticas para medir el riesgo de mercado. Asimismo se analiza la validación de estos supuestos y, con base en los resultados, se redefine el comportamiento dinámico de los rendimientos.

2.1 Precios y rendimientos

Los riesgos son medidos usualmente con respecto al cambio de precios, los cuales, se pueden dar de diferente interpretación. Pero los más significativos son el cambio de precios absolutos, relativos y logarítmicos. Cuando el cambio de precio es con base a un precio inicial, entonces se le denomina "rendimiento".

Las notaciones y definiciones matemáticas respectivas para el cambio de precio "absoluto" y "relativo", son:

$$D_t = P_t - P_{t-1} \quad (2.1)$$

y

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1. \quad (2.2)$$

Donde P_t es el precio de un instrumento en el periodo t , por ejemplo: anuales, mensuales, diarios, etcétera.

Dado que ambas definiciones están calculadas con base a un precio inicial, P_{t-1} , entonces, también son denominados como el rendimiento absoluto y porcentual respectivamente. Cabe mencionar que R_t es denominado "porcentual", pero sus medidas están dadas como número decimal.

A partir del rendimiento porcentual, se define al rendimiento "bruto", cuya definición matemática es la siguiente:

$$1+R_t, \text{ i.e., } \frac{P_t}{P_{t-1}}. \quad (2.3)$$

Los rendimientos D_t , R_t y $1+R_t$ fueron determinados para un horizonte de tiempo igual a un solo periodo. Ahora se muestra como calcular rendimientos cuyo horizonte de tiempo es igual a k periodos.

El rendimiento porcentual sobre los k periodos más recientes, es denotado y definido matemáticamente como:

$$R_t(k) = \frac{P_t - P_{t-k}}{P_{t-k}}. \quad (2.4)$$

Por consecuencia, el rendimiento bruto de un activo sobre los k periodos más recientes es denotado y calculado de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} 1+R_t(k) &= (1+R_t)(1+R_{t-1})\cdots(1+R_{t-k+1}) \\ &= \frac{P_t}{P_{t-1}} \cdot \frac{P_{t-1}}{P_{t-2}} \cdots \frac{P_{t-k+1}}{P_{t-k}} = \frac{P_t}{P_{t-k}}. \end{aligned} \quad (2.5)$$

Aunque los rendimientos son libres de escala, por lo general son definidos sobre una base de tiempo. Por lo que casi siempre son expresados en términos anuales. Así entonces, el rendimiento porcentual anualizado está dado por la siguiente expresión:

$$\text{Anualizado}[R_t(k)] = \left[\prod_{j=0}^{k-1} (1 + R_{t-j}) \right]^{\frac{1}{k}} - 1. \quad (2.6)$$

Dado la dificultad de manipular promedios geométricos como la ecuación anterior, se hace uso del cambio de precio logarítmico, cuya definición matemática, son denotados y calculados como:

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = p_t - p_{t-1} \Rightarrow p_t = \ln(P_t). \quad (2.7)$$

Y para los k periodos mas recientes:

$$r_t(k) = p_t - p_{t-k}. \quad (2.8)$$

Al ser calculados con base a un precio inicial, entonces también son denominados como "rendimientos logarítmicos".

Una vez definidos los diferentes tipos de rendimientos, ahora se define el rendimiento correspondiente para un portafolios que consista de n instrumentos.

Sea r_i y R_i ($i=1, \dots, n$) los rendimientos logarítmicos y porcentuales correspondientes para el i-esimo instrumento y w_i la fracción del valor total del portafolio asignado al i-esimo instrumento, tal que $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

Si el valor de referencia para un portafolios es $P_{p,t-1}$, entonces el valor del portafolio un periodo después, en rendimientos porcentuales, es:

$$\begin{aligned}
P_{p,t} &= w_1 P_{p,t-1} (1 + R_{1,t}) + \dots + w_n P_{p,t-1} (1 + R_{n,t}) \\
&= P_{p,t-1} \sum_{i=1}^n w_i (1 + R_{i,t}) \\
&= P_{p,t-1} [1 + \sum_{i=1}^n w_i R_{i,t}].
\end{aligned} \tag{2.9}$$

Así el rendimiento porcentual del portafolios se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
P_{p,t} &= P_{p,t-1} [1 + \sum_{i=1}^n w_i R_{i,t}] \\
\Rightarrow \frac{P_{p,t}}{P_{p,t-1}} &= 1 + \sum_{i=1}^n w_i R_{i,t} \\
\Rightarrow \frac{P_{p,t}}{P_{p,t-1}} - 1 &= \sum_{i=1}^n w_i R_{i,t} \\
\therefore R_{p,t} &= \sum_{i=1}^n w_i R_{i,t}.
\end{aligned} \tag{2.10}$$

Si los rendimientos son logarítmicos, entonces el valor del portafolios un periodo después es:

$$\begin{aligned}
P_{p,t} &= w_1 P_{p,t-1} e^{r_{1,t}} + \dots + w_n P_{p,t-1} e^{r_{n,t}} \\
&= P_{p,t-1} \sum_{i=1}^n w_i e^{r_{i,t}}.
\end{aligned} \tag{2.11}$$

De esta forma, el rendimiento logarítmico del portafolios es calculado de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \frac{P_{p,t}}{P_{p,t-1}} &= \sum_{i=1}^n w_i e^{r_{i,t}} \\ \Rightarrow \ln \frac{P_{p,t}}{P_{p,t-1}} &= \ln \left(\sum_{i=1}^n w_i e^{r_{i,t}} \right) \\ \therefore r_{p,t} &= \ln \left(\sum_{i=1}^n w_i e^{r_{i,t}} \right). \end{aligned} \quad (2.12)$$

El rendimiento del portafolio $r_{p,t}$, también puede ser aproximado por medio de la suma ponderada de los rendimientos logarítmicos que conforman el portafolios, que es:

$$r_{p,t} \cong \sum_{i=1}^n w_i r_{i,t}. \quad (2.13)$$

Para la base teórica de los rendimientos, se usaran los rendimientos logarítmicos.

2.2 Rendimientos aleatorios

El concepto de rendimientos aleatorios parte de la necesidad, como ya se menciono, de medir la incertidumbre que éstos adquieren a través del tiempo.

Para medir la incertidumbre el administrador de riesgos financieros lleva acabo un experimento aleatorio, es decir, si se registran los valores de los rendimientos, la cual es una muestra aleatoria que va ha ayudar a determinar una frecuencia relativa de los mismos.

2.2.1 Medidas de centralidad

Los rendimientos obtenidos a través del tiempo generan una "serie histórica" que es considerada como un proceso estocástico de valores continuos a tiempo discreto i.e.,

$$\{r_n : n \in \mathbb{N}\} \text{ o simplemente } \{r_n\}.$$

Para facilitar la interpretación, se denotará a $\{r_n\}$ por $\{r_t\}$, donde t denota el tiempo con valores discretos (días, meses, años etcétera).

Cada variable aleatoria r_t tiene su propia valoración correspondiente a los dos primeros momentos, es decir, con $t=1, \dots, T$ existen:

T esperanzas:

$$E(r_1), \dots, E(r_T)$$

y T varianzas:

$$Var(r_1), \dots, Var(r_T).$$

La esperanza de una variable aleatoria r , se llama "media" y generalmente se denota por μ . La esperanza o primer momento mide el valor esperado que la variable aleatoria toma en promedio. Su definición matemática es la siguiente:

$$E(r) = \mu = \sum_{r \in X} r P(r) \quad (r \text{ es un v.a. discreta}) \quad (2.14)$$

$$E(r) = \mu = \int_{D_f} r f(r) dr \quad (r \text{ es un v.a. continua}). \quad (2.15)$$

Una propiedad importante de la función esperanza es que es lineal, es decir:

$$E(r_i = 0) = 0 \quad \text{y} \quad E(ar_i + r_j) = aE(r_i) + E(r_j), \quad a \in \mathbb{R}. \quad (2.16)$$

De manera que, acorde a la ecuación (2.16), el rendimiento esperado para un portafolios de inversión es:

$$E(r_{p,t}) = E\left(\sum_{i=1}^n w_i r_{i,t}\right) = \sum_{i=1}^n w_i E(r_{i,t}). \quad (2.17)$$

La varianza o segundo momento de una variable aleatoria r , generalmente se denota por σ^2 , y mide el promedio de dispersión alrededor de su media. Su definición matemática es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Var}(r) &= \sigma^2 = E[(r - E(r))^2] \\ &= E(r^2) - E^2(r). \end{aligned} \quad (2.18)$$

La raíz cuadrada de la varianza, se llama desviación estándar, y en términos financieros, "volatilidad".

Al contrario de la función esperanza, la función varianza no es lineal, ya que:

$$\begin{aligned} \text{Var}(ar_i + r_j) &= E[(ar_i + r_j)^2] - E^2[ar_i + r_j] \\ &= a^2 E(r_i^2) + 2aE(r_i r_j) + E(r_j^2) - a^2 E^2(r_i) - 2aE(r_i)E(r_j) - E^2(r_j) \\ &= a^2 [E(r_i^2) - E^2(r_i)] + 2a[E(r_i r_j) - E(r_i)E(r_j)] + [E(r_j^2) - E^2(r_j)] \\ &= a^2 \text{Var}(r_i) + 2a\sigma_{ij}^2 + \text{Var}(r_j). \end{aligned} \quad (2.19)$$

De manera que, acorde a la ecuación (2.19), la varianza de un portafolios no es la suma ponderada de las varianzas individuales ya que al considerar n activos, el número de sumandos σ_{ij}^2 crece en relación al número de activos. El termino σ_{ij}^2 o "Covarianza", mide de relación lineal y el movimiento conjunto entre las dos variables aleatorias r_i y r_j .

La Covarianza no tiene una escala de fácil interpretación, por lo tanto es conveniente trabajar con la función de Correlación, cuyo valor esta entre -1 y 1. Su definición matemática es la siguiente:

$$\rho_{ij} = \frac{\text{Cov}(r_i, r_j)}{\sqrt{\text{Var}(r_i)\text{Var}(r_j)}} = \frac{\sigma_{ij}^2}{\sigma_i \sigma_j}. \quad (.20)$$

Mientras mas cercano sea el valor de ρ_{ij} a 1, la relación lineal será mayor, directa o inversamente proporcional con base al signo + ó - respectivamente.

Otros dos momentos importantes son el "Sesgo" y la "Kurtosis". El Sesgo o tercer momento, mide la simetría que toma la curva de distribución. Su definición matemática es la siguiente

$$S(r) = E \left[\frac{(r - E(r))^3}{\sigma^3} \right]. \quad (2.21)$$

Por ultimo, la Kurtosis o cuarto momento, mide el grado de aplanamiento que toma la curva de densidad. Su definición matemática es la siguiente:

$$K(r) = E \left[\frac{(r - E(r))^4}{\sigma^4} \right]. \quad (2.22)$$

Los momentos también son llamadas "medidas de centralidad" y serán de gran uso para cuantificar el riesgo.

2.2.2 Estimadores muestrales

Desde el punto de vista de frecuencias relativas, $\{r_i\}$ es definido como el conjunto de resultados obtenidos al observar un experimento T veces. Por lo tanto, los primeros cuatro momentos pueden ser calculados a través de estimadores muestrales. Las definiciones matemáticas de los primeros cuatro momentos, respectivamente, son las siguientes:

$$\hat{\mu} \equiv \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T r_i = \bar{r} \quad (\text{Media muestral}) \quad (2.23)$$

$$\hat{\sigma}^2 \equiv \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (r_i - \hat{\mu})^2 \quad (\text{Varianza muestral}) \quad (2.24)$$

$$\hat{S} \equiv \frac{\sum_{i=1}^T (r_i - \hat{\mu})^3}{T\hat{\sigma}^{3/2}} \quad (\text{Coeficiente de sesgo}) \quad (2.25)$$

$$\hat{K} \equiv \frac{\sum_{t=1}^T (r_t - \hat{\mu})^4}{T \hat{\sigma}^4} \quad (\text{Coeficiente de kurtosis}). \quad (2.26)$$

2.3 Distribución normal

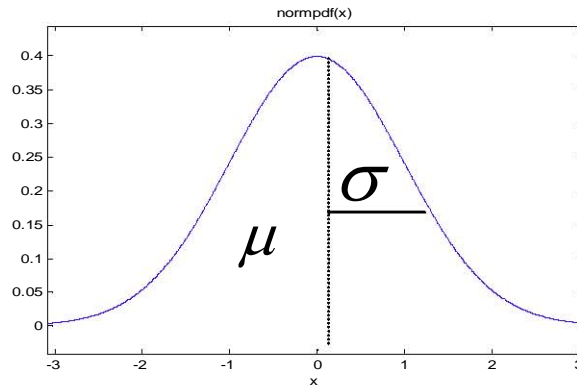
2.3.1 Distribución normal no estandarizada

Un supuesto importante en la Econometría financiera es que los rendimientos $\{r_t\}$ se distribuyen normales. Esto resulta particularmente conveniente dado que el rendimiento de un portafolios, que sería entonces una combinación lineal de variables aleatorias normales, estaría también distribuido como una normal. Es por eso que en esta sección se exponen las características principales de la distribución normal.

Dada una variable aleatoria x , se dice que se distribuye normal si $x \sim N(\mu, \sigma^2)$. La función de densidad de una variable aleatoria x , que se distribuye normal, es

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}; \quad \mu \in \mathbb{R}, \sigma^2 \in \mathbb{R}^+ \cup \{0\}. \quad (2.27)$$

En la grafica No. 2.1 se muestra la representación grafica de un una función de densidad Normal,



Grafica No. 2.1: de la función de densidad de la distribución normal.

Los primeros cuatro momentos de una variable aleatoria que se distribuye normal son:

$$\text{Media: } E(x) = \int_{\mathbb{R}} xf(x) dx = \mu \quad (2.28)$$

$$\text{Varianza: } \text{Var}(x) = E(x^2) - E^2(x) = \sigma^2 \quad (2.29)$$

$$\text{Sesgo: } s^3 = E[(x - \mu)^3] = 0 \quad (2.30)$$

$$\text{Kurtosis: } s^4 = E[(x - \mu)^4] = 3. \quad (2.31)$$

La esperanza se incrementa linealmente con el tiempo. La desviación estándar (volatilidad), en contraste, crece con la raíz cuadrada del tiempo. De esta forma, para cambiar de una esperanza o volatilidad anual ha medidas semestrales, semanales, diarias, etcétera, es mediante las siguientes transformaciones

$$\begin{aligned} \mu &= \mu_{\text{anuales}} t \\ \sigma &= \sigma_{\text{anuales}} \sqrt{t} \end{aligned} \quad (2.32)$$

Donde t es la fracción del tiempo anual a la que se desea cambiar.

Para saber si una distribución de frecuencias se comporta de acuerdo a una distribución normal, se hace uso de la prueba Jarque-Ver, que consiste en lo siguiente.

Se calcula el estadístico de prueba:

$$LM = N \left[\frac{\text{sesgo}^2}{6} + \frac{(\text{kurtosis} - 3)^2}{24} \right] . \quad (2.33)$$

Donde LM se distribuye Ji-cuadrada con dos grados de libertad, por lo que es necesario realizar una prueba de hipótesis cuya hipótesis nula consiste en que la curva es normal con un nivel de confianza.

2.3.2 Distribución normal estandarizada

La distribución normal tiene varias propiedades. En particular, toda la distribución se puede caracterizar por los primeros dos momentos, i.e., la media y la varianza.

Esta distribución, la cual es central dentro de la Econometría Financiera, puede simplificarse considerablemente utilizando tablas para una distribución normal con media cero y varianza igual a uno.

A partir de una variable aleatoria x tal que $x \sim N(\mu, \sigma^2)$, definimos a z como:

$$x = \mu + \sigma z$$

donde z también es una variable aleatoria. Despejando a z y calculando los dos primeros momentos, se tiene que:

$$\begin{aligned} E(z) &= E\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right) & \text{Var}(z) &= \text{Var}\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right) \\ &= \frac{1}{\sigma}(E(x) - E(\mu)) & \text{y} & \quad = \frac{1}{\sigma^2}(\text{Var}(x) - \text{Var}(\mu)) \\ &= \frac{1}{\sigma}(\mu - \mu) = 0 & & = \frac{1}{\sigma^2}(\sigma^2 - 0) = 1 \end{aligned}$$

$$\therefore z = \frac{x - \mu}{\sigma} \sim N(0,1).$$

Y su función de densidad es:

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}. \quad (2.34)$$

A esta distribución normal también se le conoce como "normal estándar".

2.4 Características estocásticas de los rendimientos

El objetivo de modelar el riesgo de mercado es caracterizar los cambios futuros que pueda sufrir el valor de un instrumento o portafolio de inversión. Para esto se hacen pronósticos del valor futuro para cada uno de los instrumentos financieros que integran el portafolio. Por lo que el primer método de inferencia sobre los cambios futuros de precios es con base a su muestra histórica, su evolución a través del tiempo (información pasada) y su distribución en cada punto del tiempo.

2.4.1 Caminata aleatoria

El supuesto fundamental utilizado en series de tiempo para modelar los precios de un activo a través del tiempo, es que los precios siguen una caminata aleatoria, es decir, dado el proceso estocástico $\{P_t : t \in \mathbb{N}\}$, los precios son generados por la siguiente ecuación.

$$P_t = \mu + P_{t-1} + \sigma \varepsilon_t; \quad \varepsilon_t \sim iidN(0,1) \quad (2.35)$$

Este modelo indica que el precio en la fecha t , esta determinado por una tendencia μ , el precio del día anterior P_{t-1} y una perturbación estocástica ε_t que se distribuye normal con media cero, varianza uno, independiente e idénticamente distribuida con respecto a otro punto en el tiempo.

Si en lugar de los precios absolutos, se toman los precios logarítmicos, entonces se llega a un modelo estocástico para los rendimientos logarítmicos, es decir, si:

$$\begin{aligned} p_t &= \mu + p_{t-1} + \sigma \varepsilon_t; \quad \varepsilon_t \sim iidN(0,1) \\ \Rightarrow p_t - p_{t-1} &= \mu + \sigma \varepsilon_t \\ \Rightarrow r_t &= \mu + \sigma \varepsilon_t. \end{aligned} \tag{2.36}$$

Haciendo inferencia sobre r_t , se tiene una distribución normal, ya que al suponer que $\varepsilon_t \sim iidN(0,1)$, entonces $\mu + \sigma \varepsilon_t$ también se distribuye normal donde su media y varianza son respectivamente

$$\begin{aligned} E(r_t) &= E(\mu + \sigma \varepsilon_t) & Var(r_t) &= Var(\mu + \sigma \varepsilon_t) \\ &= E(\mu) + E(\sigma \varepsilon_t) & &= Var(\mu) + Var(\sigma \varepsilon_t) \\ &= \mu + \sigma E(\varepsilon_t) & &= 0 + \sigma^2 Var(\varepsilon_t) \\ &= \mu + 0 = \mu & &= \sigma^2 \cdot 1 = \sigma^2 \end{aligned} \tag{2.37}$$

$\therefore r_t \sim iidN(\mu, \sigma^2)$.

Ahora, en términos de inferencia estadística, el decir que los rendimientos son normales, independientes e idénticamente distribuidos, significa que en cada punto del tiempo, los rendimientos logarítmicos tienen una distribución normal con media y varianza constantes y, sin relación probabilística con cualquier otro rendimiento en cualquier otra fecha. Entonces, si el modelo (2.37) es el adecuado, implicaría que los parámetros μ y σ^2 , no dependieran del tiempo, y que no existiera correlación entre cualquier par de rendimientos en diferentes fechas.

Dado que una serie histórica es un conjunto de la misma variable aleatoria indexada por el tiempo, entonces al término correlación, se cambia por el de "autocorrelación".

Una serie de tiempo que es constante con respecto a su media y varianza se denomina "estacionaria", de lo contrario será "no estacionaria". Si la varianza en una serie de tiempo se mantiene constante, entonces se dice que es "homocedastica", de lo contrario será "heterocedastica". A continuación se presenta la

Figura No. 2.1 con graficas correspondientes con o sin estas propiedades.

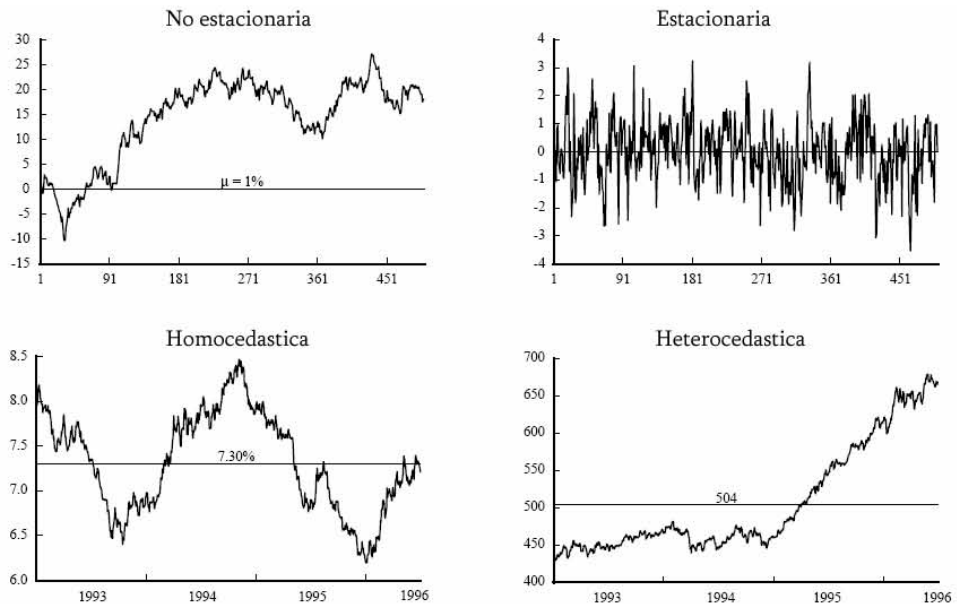


Figura No. 2.1: Graficas de las series históricas.

Regresando al modelo (2.37), se tiene que los rendimientos presentan, estocasticamente, un comportamiento particular en el tiempo. Pero para el objetivo de la evaluación del riesgo, es necesario verificar si realmente este comportamiento se aplica a todas las series financieras, de lo contrario se tendría que calibrar dicho modelo.

Para comprobar empíricamente la veracidad de estos supuestos, se analizan diferentes series históricas de la vida real. Para esto, se hace referencia a las gráficas de la Figura No. 2.2, las cuales corresponden a las tasas de rendimiento del tipo de cambio dólar/Marco y dólar/franco respectivamente.

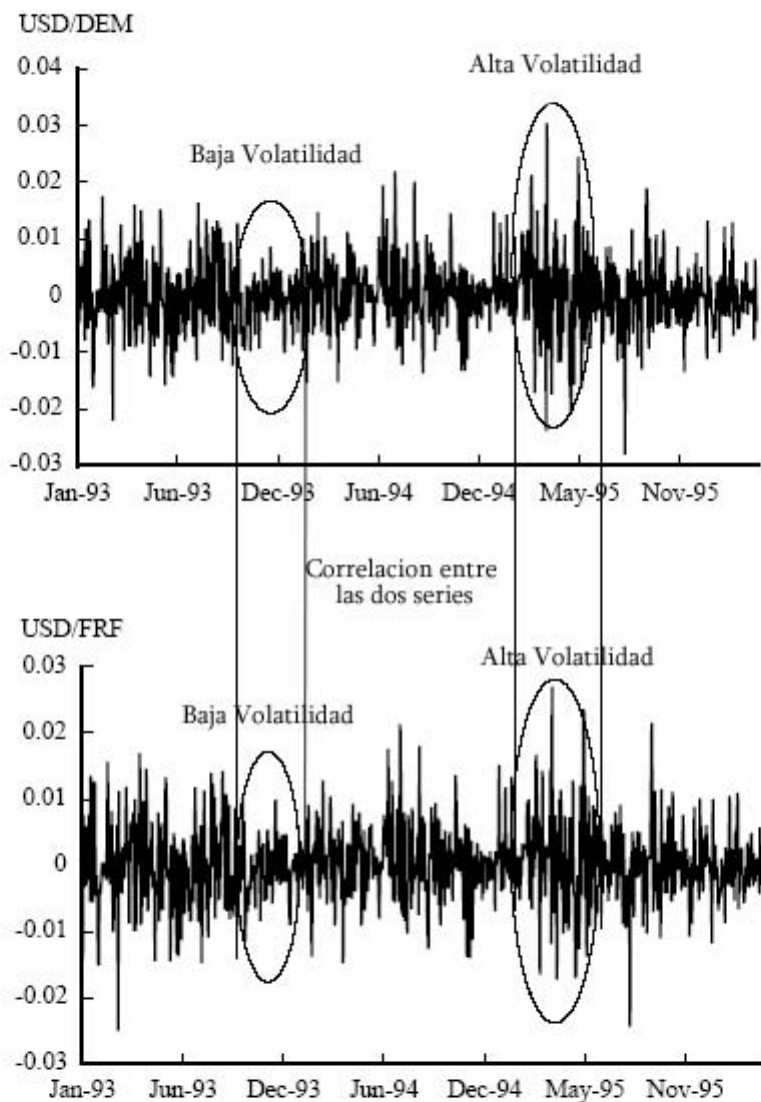


Figura No. 2.2: Gráficas correspondientes a las series del tipo de cambio USD/DEM y USD/FRF respectivamente

A partir de la graficas de la Figura No. 2.2, resaltan tres características importantes. La primera es la existencia de altas y bajas volatilidades, separadas y concentradas sobre

intervalos de tiempo específicos, dicho de otra manera, volatilidades anidadas. El segundo aspecto importante es que al comparar ambas graficas, las volatilidades anidadas coinciden dentro de los mismos intervalos de tiempo. Esto puede indicar que no sólo la volatilidad existe sobre periodos específicos de tiempo en una sola serie, sino que también existe correlación entre ambas series.

En contraste, el tercer aspecto, y que hace referencia al valor de la media es que para ambas graficas, es que sus valores oscilan alrededor del cero, indicando que dichas series mantienen una media considerablemente constante a través de tiempo.

Estos patrones aparecen con gran frecuencia en la mayoría de las series financieras por lo que el modelo adoptado por RiskMetrics es que los rendimientos llevan una distribución normal con media cero y una varianza que si depende del tiempo. Por lo tanto, las observaciones históricas de los rendimientos logarítmicos no son independientes e idénticamente distribuidos, pues al existir el anidamiento de volatilidades, implica la existencia de autocorrelación entre varianzas, y por ende, no son independientes. Asimismo, al saber que la varianza si depende del tiempo, indica que la distribución de los rendimientos logarítmicos sí cambia con respecto al tiempo, y por ende no son idénticamente distribuidas.

Concluyendo lo anterior, el modelo adoptado por RiskMetrics es el siguiente:

$$r_t = 0 + \sigma_t \varepsilon_t, \text{ tal que } r_t \sim N(0, \sigma_t^2). \quad (2.38)$$

2.4.2 Tratamiento de datos históricos

En la sección anterior, y para fines prácticos, se generalizo el hecho de que los rendimientos logarítmicos se comportan con base al modelo (2.38) partiendo de una perspectiva empírica e identificación de patrones gráficos.

El problema es que no necesariamente este modelo se aplica ha todas las series históricas del mercado. Por lo tanto, es necesario el tratamiento de datos y pruebas de hipótesis que determinen analíticamente el comportamiento de cada serie histórica en el mercado.

El primer paso es saber si los rendimientos se distribuyen normalmente. Para esto, se hace uso de la prueba de Jarque-Ver, la cual fue descrita en la sección 2.3.1.

El segundo paso es identificar el valor de la media. Para esto se hace referencia al estadístico (2.23), i.e.,

$$\hat{\mu} = \bar{r} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_t. \quad (2.39)$$

Acorde al modelo (2.38), se espera que el valor de $\hat{\mu}$, sea estadísticamente igual a cero, de lo contrario, el modelo sería calibrado con base al valor del estimador obtenido.

Como se mencionó anteriormente, las volatilidades anidadas indican la existencia de autocorrelación entre varianzas a través del tiempo. Si los rendimientos logarítmicos son estadísticamente independientes en el tiempo, entonces son no autocorrelacionados. Por lo que una manera para determinar si los rendimientos logarítmicos son estadísticamente independientes, es probar si son autocorrelacionados. Para esto, se utiliza el coeficiente de autocorrelación muestral proveniente de la función de correlación (2.20). Su definición matemática es la siguiente:

$$\hat{\rho}_k = \frac{(T-1) \sum_{t=k+1}^T [(r_t - \bar{r})(r_{t-k} - \bar{r})]}{(T-k+1) \sum_{t=1}^T [(r_t - \bar{r})^2]}. \quad (2.40)$$

Donde k es el número de días. Si la serie histórica es no correlacionada entonces el estimador $\hat{\rho}_k$ no será estadísticamente diferente de cero.

Un método de inspección gráfico para el consenso de autocorrelación es el "Correlograma". En este método se grafica una banda que representa el 95% de confianza alrededor de la media muestral i.e.,

$$\hat{\mu} \pm \frac{1.96}{\sqrt{T}}$$

Si no hay autocorrelación, es decir, si la serie es puramente aleatoria, entonces se espera que solamente uno de veinte coeficientes de autocorrelación muestral se encuentre fuera de la banda. Para ejemplo de esto, la Figura No. 2.3 expone la grafica correspondiente a un correlograma.

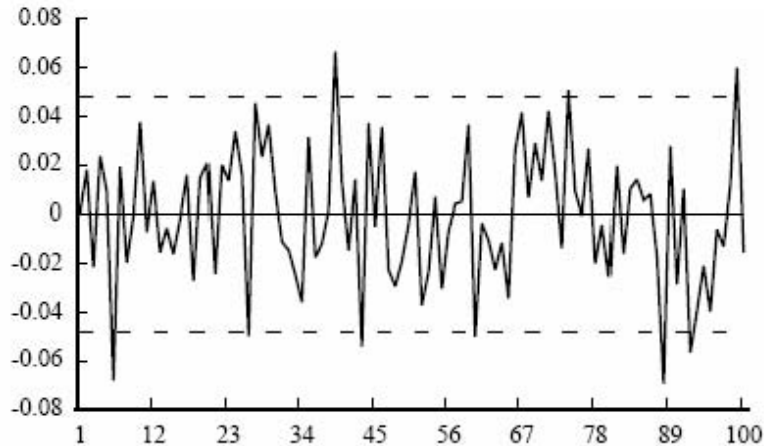


Figura No. 2.3 Grafica correspondiente a un correlograma.

Además del correlograma, existe un estadístico de prueba más formal, llamado, la prueba Box-Ljung cuyo estadístico de prueba es:

$$BL(p) = T \cdot (T + 2) \sum_{k=1}^p \frac{\rho_k^2}{T - k} . \quad (2.41)$$

Donde BL se distribuye Ji-cuadrada con p grados de libertad. Por lo que es necesario realizar una prueba de hipótesis bajo la hipótesis nula que los rendimientos son no autocorrelacionados. P denota el número de autocorrelaciones usadas para determinar el estadístico BL.

Como se menciona en el apartado anterior, una serie histórica no sólo puede presentar un grado de autocorrelación entre sus datos. También puede tener un grado de correlación con otras series históricas. Para esto, acorde a la ecuación (2.19), se define la covarianza entre dos series históricas $r_{1,t}$ y $r_{2,t}$ como:

$$\begin{aligned}\sigma_{12,t}^2 &= E\left\{\left[r_{1,t} - E(r_{1,t})\right]\left[r_{2,t} - E(r_{2,t})\right]\right\} \\ &= E(r_{1,t}r_{2,t}) - E(r_{1,t})E(r_{2,t}).\end{aligned}\tag{2.42}$$

Así entonces, la covarianza entre $r_{1,t}$ y $r_{2,t}$ es el valor esperado del producto cruzado de los rendimientos menos el producto de los valores esperados individuales.

2.5 Pronósticos

Dado que las series históricas pueden ser caracterizadas por el grado de autocorrelación y correlación en el tiempo con otras series, ahora se muestra una metodología para poder pronosticar volatilidades, covarianzas y correlaciones dinámicas.

2.5.1 Volatilidad dinámica

Una manera para capturar la volatilidad dinámica de una serie heterocedástica es mediante el uso del "suavizamiento exponencial". El suavizamiento exponencial es técnica de ponderación hacia los valores de la serie histórica. Para nuestro fin, la técnica le da mayor peso a las últimas y más recientes observaciones que a las primeras.

El suavizamiento exponencial captura rápidamente fuertes variaciones de precios debido a su ponderación, y por ello, genera mejores pronósticos en periodos de alta volatilidad.

Partiendo del estimador (2.24), el estimador muestral de la desviación estándar (volatilidad) es:

$$\hat{\sigma}_t = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (r_i - \bar{r})^2} .\tag{2.43}$$

Asignamos al cuadrado de las dispersiones un peso específico w_i :

$$\hat{\sigma}_t = \sqrt{\sum_{i=1}^T w_i (r_i - \bar{r})^2} . \quad (2.44)$$

Para darle un mayor peso a las últimas observaciones, se impone que $w_i = \lambda^{t-1}(1-\lambda)$ con $\lambda \in [0,1]$, entonces:

$$\hat{\sigma}_t = \sqrt{(1-\lambda) \sum_{i=1}^T \lambda^i (r_i - \bar{r})^2} . \quad (2.45)$$

El parámetro λ es conocido como el "factor de decaimiento". Éste determina los pesos que se utiliza en cada observación para estimar la volatilidad.

Mientras mas pequeños sea λ , mayor peso tienen los datos más recientes. Si $\lambda=1$ entonces se tiene la expresión de la desviación estándar muestral.

Asumiendo que el rendimiento esperado es cero, una característica atractiva del suavizamiento exponencial es que éste puede ser escrito de manera recursiva:

$$\sigma_{t+1}^2 = (1-\lambda)r_t^2 + \lambda\sigma_t^2 . \quad (2.46)$$

Por lo tanto, el modelo para pronosticar la volatilidad dinámica un periodo después, con $\bar{r}=0$, es:

$$\hat{\sigma}_{t+1} = \sqrt{(1-\lambda)r_t^2 + \lambda\sigma_t^2} . \quad (2.47)$$

Una medida que permite saber, para un cierto nivel de lambda, cuantas observaciones se están considerando para el calculo de la volatilidad es el "Nivel de tolerancia". Su definición matemática es la siguiente:

$$NT = \lambda^k . \quad (2.48)$$

Para determinar una lambda optima, se hace uso del método "RMSE". Éste permite determinar una lambda óptima que minimice

el error pronosticado de la varianza. La definición matemática del error es:

$$RMSE = \frac{1}{T^2} \sqrt{\sum_{t=1}^T [r_{t+1}^2 - \hat{\sigma}_{t+1}^2(\lambda)]^2} . \quad (2.49)$$

Para estimar el factor lambda se basa en encontrar el menor RMSE para diferentes valores de dicha lambda, es decir, se busca el factor de decaimiento que produzca la mejor estimación (que minimice la medida del pronóstico).

2.5.2 Covarianza y Correlación dinámica

Con base al suavizamiento exponencial, los pronósticos de la covarianza y correlación son pronosticados de la misma manera que se hizo con la volatilidad. Excepto que en lugar de trabajar sobre una sola serie, se trabaja con el producto de dos series.

La covarianza muestral de dos series r_1 y r_2 , basado en el suavizamiento exponencial, es:

$$\sigma_{12}^2 = (1-\lambda) \sum_{j=1}^T \lambda^{j-1} (r_{1,t} - \bar{r}_1)(r_{2,t} - \bar{r}_2) . \quad (2.50)$$

Análogo a la varianza dinámica, la covarianza puede ser formulada de manera recursiva. Por lo tanto, la formula matemática para pronosticar la covarianza para un periodo después entre dos series r_1 y r_2 es:

$$\sigma_{12,t+1}^2 = \lambda \sigma_{12,t}^2 + (1-\lambda) r_{1,t} r_{2,t} . \quad (2.51)$$

Por consiguiente, la formula matemática para pronosticar el coeficiente de correlación para dos series r_1 y r_2 , es:

$$\rho_{12,t+1} = \frac{\sigma_{12,t+1}^2}{\sigma_{1,t+1} \sigma_{2,t+1}} . \quad (2.52)$$

De igual forma que los rendimientos, los pronósticos para la volatilidad, covarianza y correlación, también pueden ser determinados para un horizonte mayor. Sus definiciones matemáticas son las siguientes:

$$\sigma_{1,t}(k) = \sqrt{K} \sigma_{1,t+1}^2 \quad (\text{Volatilidad}) \quad (2.53)$$

$$\sigma_{1,t}^2(k) = K \sigma_{1,t+1}^2 \quad (\text{Covarianza}) \quad (2.54)$$

$$\rho_t(k) = \frac{K \sigma_{12,t+1}^2}{\sqrt{k} \sigma_{1,t+1} \sqrt{k} \sigma_{2,t+1}} \quad (\text{Correlación}). \quad (2.55)$$

Donde k es el número de días. Así entonces, se tienen las formulas necesarias para poder hacer pronósticos y hacer inferencia sobre el comportamiento dinámico de los rendimientos.

Capítulo 3

Calculo del VaR

En el capítulo anterior se hizo noción al concepto de rendimiento como una variable aleatoria sobre la cual es medido el riesgo de mercado. También se analizó su comportamiento dinámico, bajo el supuesto de una caminata aleatoria, y la existencia de volatilidades anidadas y correlación con otros instrumentos financieros. Por lo tanto, el parámetro sobre el cual será medido el riesgo será por medio de su desviación estándar (volatilidad).

Ahora, en este capítulo se hace uso de los resultados obtenidos y se presenta la metodología del VaR como medida de riesgo en el mercado.

Primero se presenta la definición del VaR y su conceptualización. Después se exponen diversos métodos para su cálculo y por ultimo su aplicación particular para diferentes tipos de instrumentos.

3.1 Concepto del Valor en Riesgo

El Valor en Riesgo (VaR) es una medida estadística de riesgo del mercado que estima la pérdida máxima posible que podría registrar un instrumento o portafolios de inversión en un horizonte de tiempo y con cierto nivel de confianza.

Cabe mencionar que la definición del VaR se aplica únicamente en condiciones normales de mercado y que en momentos de turbulencias, la pérdida esperada se define con base a la teoría de valores extremos.

3.2 Factores cuantitativos

El primer paso para el cálculo del VaR, es la selección de dos factores cuantitativos, que son: el horizonte de tiempo y el nivel de confianza. Aunque su elección es arbitraria, el horizonte de tiempo está en función de la naturaleza de los

instrumentos o portafolios de inversión. Los bancos operan sobre un horizonte diario a causa del volumen masivo de transacciones. En los portafolios de inversión, el horizonte de tiempo es a un tiempo mayor.

Por otro lado, el nivel de confianza debe reflejar el grado de aversión al riesgo en el inversionista. Sin embargo, la elección del nivel de confianza debe ser de preferencia a un nivel mayor, entre .95 y .99, que sería una medida de probabilidad de mayor cobertura.

3.3 Metodologías para el cálculo del VaR

3.3.1 Calculo para distribuciones muestrales

Sin considerar algún supuesto sobre la distribución probabilística de los rendimientos, el VaR es calculado en términos de cuantiles. Para comprender lo anterior, se define el valor futuro de un instrumento V_1 como:

$$V_1 = V_0(1+r). \quad (3.1)$$

Donde V_0 es el valor inicial del instrumento y r es el rendimiento del instrumento sobre un horizonte de tiempo. Ahora se define el peor valor para el instrumento V_1^* como:

$$V_1^* = V_0(1+r^*). \quad (3.2)$$

Donde r^* es el rendimiento critico asociado a V_1^* , y sobre el mismo horizonte de tiempo que r . Ahora se selecciona un nivel de confianza c , tal que:

$$c = \int_{r^*}^{\infty} f(r) dr, \quad (3.3)$$

que es equivalente a $P(r^* < r) = c$. Así entonces, se tiene que:

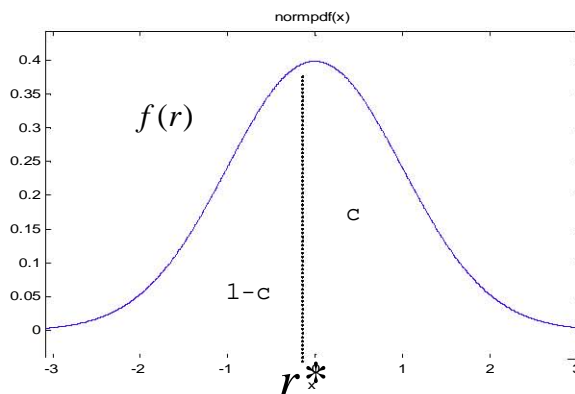
$$c = 1 - p(r \leq r^*) = 1 - F(r^*).$$

Por lo que:

$$1 - c = P(r \leq r^*)$$

$$\therefore 1 - c = \int_{-\infty}^{r^*} f(r) dr = F(r^*) \quad (3.4)$$

Donde el número r^* es el cuantil que acumula el $1-c$ por ciento de la probabilidad de la probabilidad. En la grafica No. 3.1 se muestra el área $(1-c)$ correspondiente al cuantil r^* .



*Grafica No. 3.1: Grafica correspondiente al cuantil r^**

Por lo tanto, la probabilidad de que el rendimiento, dado un horizonte de tiempo, sea menor que al crítico es igual a $1-c$.

Dándole valores a c iguales .95 y .99 (los cuales fueron sugeridos por Riskmetrics y RAROC), se tiene que r^* es igual a -1.65 y -2.33 respectivamente.

Así el VaR estimado, haciendo referencia a su definición de máxima pérdida posible, es:

$$\begin{aligned}
VaR &= E(V_1) - V_1^* \\
&= E(V_0(1+r)) - V_0(1+r^*) \\
&= V_0(1+\mu) - V_0(1+r^*) \\
&= V_0(\mu - r^*).
\end{aligned} \tag{3.5}$$

3.3.2 Métodos Paramétricos

3.3.2.1 El VaR de un activo individual

En el capítulo anterior se determinó que los rendimientos se comportaban acorde al modelo (2.38). Donde la media es cero y la varianza es heterocedástica (i.e., depende del tiempo).

De esta forma, los métodos paramétricos se caracterizan por el supuesto de normalidad en los rendimientos. Con este supuesto, es equivalente a decir que $r_t \sim N(0, \sigma_t^2)$. Y acorde a una normal estándar, se tiene que:

$$\begin{aligned}
1-c &= P\left(\frac{r_t - 0}{\sigma_t^2} \leq \frac{r^* - 0}{\sigma_t^2}\right) \\
\Rightarrow 1-c &= P\left(\frac{r_t}{\sigma_t^2} \leq \frac{r^*}{\sigma_t^2}\right) = P\left(z \leq \frac{r^*}{\sigma_t^2}\right) \\
\therefore 1-c &= \int_{-\infty}^{r^*} f(r) dr = \int_{-\infty}^{\frac{r^*}{\sigma_t^2}} \phi(z) dz
\end{aligned} \tag{3.6}$$

Por lo tanto, el problema de encontrar el VaR es equivalente a estimar la desviación estándar, tal que a su izquierda de su distribución se acumule el $(1-c)$ %.

Para encontrar el VaR de la normal estándar, se selecciona el nivel de confianza deseado, 95% o .99%. Esto corresponde al cuantil en tablas de la normal estándar, sea F . Ahora, regresando a la expresión $r_t^* = F\sigma_t + 0$, se estima la volatilidad σ_t y por último se sustituye en $E(V_1) - V_1^*$, quedando como resultado:

$$\begin{aligned}
E(V_1) - V_1^* &= E(V_1) - V_1^* \\
&= E(V_0(1+r)) - V_0(1+r^*) \\
&= V_0(1+0) - V_0(1+r^*) \\
&= V_0(0 - F\sigma_t) \\
&= V_0F\sigma_t
\end{aligned} \tag{3.7}$$

Redefiniendo los términos, estableciendo ha σ_t en términos anuales y acorde a las transformaciones (2.32), se tiene que el VaR en su forma general para un instrumento individual, es:

$$VaR = F \cdot S \cdot \sigma \sqrt{t} . \tag{3.8}$$

Donde:

F : Es el cuantil correspondiente que acumula el (1-c)%
S : Monto total de la inversión o la exposición total al riesgo
 σ : La volatilidad anual
t : El horizonte de tiempo

Estos métodos son denominados "parametritos" debido a que implican la estimación de un parámetro, la desviación estándar, en lugar de la lectura de un cuantil.

3.3.2.2 El VaR para un portafolios de inversión

Anteriormente se definió el rendimiento de un portafolios con N activos como:

$$r_p = \sum_{i=1}^N w_i r_i . \tag{3.9}$$

Para abreviar la notación, se hace uso del álgebra matricial. Así entonces el rendimiento del portafolio, en términos matriciales, es:

$$r_p = (w_1, \dots, w_N) \begin{pmatrix} r_1 \\ \vdots \\ r_N \end{pmatrix} = w' r . \tag{3.10}$$

Con base en la formula (2.17), el rendimiento esperado del portafolios es:

$$E(r_p) = \mu_p = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i. \quad (3.11)$$

Y la varianza es:

$$\begin{aligned} \text{Var}(r_p) = \sigma_p^2 &= \sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N w_i w_j \sigma_{ij} \\ &= \sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j < i}^N w_i w_j \sigma_{ij} \end{aligned} \quad (3.12)$$

y en notación matricial:

$$\sigma_p^2 = (w_1, \dots, w_N) \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \cdots & \sigma_{1N} \\ \vdots & & \ddots & & \vdots \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \sigma_{N3} & \cdots & \sigma_N^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_N \end{pmatrix} \quad (3.13)$$

(Matriz de Varianzas y Covarianzas)

En análisis multivariante, a la matriz de varianzas y covarianzas se le denota como " Σ ". Por lo tanto:

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= w \Sigma w \\ \Rightarrow \sigma_p &= \sqrt{w \Sigma w} \end{aligned} \quad (3.14)$$

Este producto matricial no sólo contiene los valores individuales σ_i^2 , sino también todos los productos cruzados entre los instrumentos, los cuales, suman un total de $N(N-1)/2$ covarianzas.

Si se asume que cada r_i se distribuye normal, entonces el rendimiento del portafolios, que sería una combinación lineal de variables aleatorias normales, también sería normal. Así entonces, utilizando la ecuación (2.50) para estimar a cada

elemento de la matriz Σ y sustituyendo en la ecuación (3.8), se tiene que el VaR para un portafolio de inversión es:

$$\begin{aligned} VaR_p &= F \cdot S \cdot \sigma_p \cdot \sqrt{t} \\ &= F \cdot S \cdot \sqrt{w \Sigma w} \cdot \sqrt{t} \end{aligned} \quad (3.15)$$

Donde:

- F : Es el cuantil correspondiente que acumula el (1-c)%
- S : Monto total del portafolio o la exposición total al riesgo
- σ : La volatilidad anual del portafolio
- t : El horizonte de tiempo
- w : Vector de pesos ponderados
- Σ : Matriz de Varianzas y Covarianzas

3.3.2.3 Factores de riesgo

Cuando se tiene un portafolios con instrumentos de diferente naturaleza, se deben de identificar los factores de riesgo a los que esta expuesto cada uno de los instrumentos financieros que integran el portafolios. Esto con el fin de construir una matriz de varianza-covarianza que refleje los riesgos del portafolios.

Los factores de riesgo son parámetros cuyos cambios en los mercados financieros causaran un cambio en el valor presente neto del portafolio. Un sólo factor de riesgo podría representar cientos de activos individuales. Por lo tanto, cada activo individual puede ser mapeado o descompuesto en uno o más factores de riesgo. Los principales factores de riesgo son: tasas de interés, precios de las acciones, el tipo de cambio y los precios en las materias primas.

Cada factor de riesgo es caracterizado con respecto a la naturaleza propia de cada instrumento financiero, que son: lineales y no lineales.

Los términos lineales y no lineales, describen la relación entre el valor de un instrumento y el cambio de un valor subyacente. Por ejemplo, el valor de un bono depende de las tasas de interés, donde el valor del bono mantiene una relación lineal con respecto al cambio de tasas de interés. En contraste, el precio de una opción mantiene una relación no lineal con el valor del activo subyacente.

Para calcular el VaR de un portafolios con instrumentos lineales, se usa el método "Delta-Normal". Y para portafolios con instrumentos no lineales, existe el método "Delta-Gama".

Para fines de esta tesis, el cálculo del VaR para un portafolios que contenga instrumentos lineales, se usará únicamente el método Delta-Normal, solo que las posiciones son mapeadas con posiciones delta X alineadas en cada uno de los factores de riesgo.

Las posiciones delta son calculadas con base a una relación lineal con el valor subyacente, es decir, si r_t representa el rendimiento de un instrumento, entonces existe una relación $r_t = \delta \hat{r}_t$, donde δ es la constante delta y \hat{r}_t representa el factor de riesgo asociado. Así entonces, la constante delta puede ser estimada por medio de una regresión lineal simple.

Para portafolios con instrumento no lineales, éstos son calculados por métodos de evaluación completa, los cuales están en la clasificación de métodos No Paramétricos.

3.3.3 Métodos No Paramétricos

3.3.3.1 Simulación Montecarlo

El concepto básico Montecarlo es simular repetidamente un proceso aleatorio para la variable financiera de interés, cumpliendo con un amplio rango de situaciones posibles. Por lo tanto las simulaciones recrean la distribución completa de los valores del portafolio.

La solución se lleva a cabo de acuerdo con los siguientes pasos:

- 1.- Seleccionar un proceso estocástico y sus parámetros para el comportamiento de los precios.
- 2.- Generar una pseudo secuencia de variables aleatorias $\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n$ con las cuales se determinan los precios S_{t+1}, \dots, S_{t+n} .
- 3.- Calcular el valor del activo $F_{t+n} = F_T$ bajo la secuencia particular de precios en el horizonte de tiempo objetivo

4.- Repartir los pasos 2 y 3 tantas veces como sea necesario, sean 10,000, obteniendo una distribución de valores $F_T^{(1)}, \dots, F_T^{(10000)}$ para los cuales puede ser calculado el VaR. En el nivel de significancia seleccionado c , el VaR es el valor del portafolio excedido en c veces.

En el primer paso, el modelo comúnmente utilizado es el movimiento geométrico browniano. El modelo asume que las innovaciones o movimientos en los precios del activo no están correlacionadas en el tiempo y que los movimientos pequeños en los precios son modelados por

$$ds_t = \mu_t S_t dt + \sigma_t S_t dz. \quad (3.16)$$

Donde $dz \sim N(0, dt)$.

A lo igual que la caminata aleatoria, los parámetros μ_t y σ_t representan la tendencia y la volatilidad en el momento t . Por simplicidad, estos parámetros se asumen constantes pero pueden ser modelados por un modelo Garch.

El proceso con un incremento infinitesimal pequeño dt , es aproximado por movimientos pequeños en tamaño discreto Δt .

Para generar el comportamiento de los precios $\{S_{t+i}\}$, primero definimos a t como el momento presente, T como el elemento objetivo y $\tau = T - t$ como el horizonte o el tiempo de vencimiento. Ahora, para generar la sucesión $\{S_{t+i}\}$ en el intervalo τ , primero hacemos un refinamiento de n intervalos Δt , tal que

$$\Delta t = \frac{\tau}{n}.$$

Integrando \int_s^{s+ds} sobre un intervalo infinito, se tiene que:

$$\Delta S_t \approx S_{t-1} (\mu \Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t}). \quad (3.17)$$

con $\varepsilon \sim N(0,1)$.

Para simular S , se inicia con S_t y se generan una muestra de variables aleatoria de epsilons (\mathcal{E}) de tamaño n .

Entonces S_{t+1} se establece como:

$$S_{t+1} = S_t + S_t(\mu\Delta t + \sigma\mathcal{E}_1\sqrt{\Delta t}) \quad (3.18)$$

Para S_{t+2} , se establece de la misma forma, sólo que con su correspondiente \mathcal{E}_2 , i.e.,

$$S_{t+2} = S_{t+1} + S_{t+1}(\mu\Delta t + \sigma\mathcal{E}_1\sqrt{\Delta t}) \quad (3.19)$$

y así sucesivamente hasta obtener el periodo $S_{t+n} = S_T$.

Extendiendo este proceso para un portafolios de inversión, las simulaciones se lleva a cabo para cada uno de los instrumentos que forman el portafolios.

Así entonces el valor del portafolio en el horizonte de tiempo adjetivo es:

$$P_T^k = \sum_{i=1}^N w_{i,t} F_{i,T}^k . \quad (3.20)$$

Donde k es el número de repeticiones.

Por lo tanto, el VaR del portafolio puede ser medido entonces a partir de la distribución de valores en el horizonte de tiempo objetivo.

A medida que se incremente el número de repeticiones, la estimación será mas precisa.

3.3.3.2 Simulación Histórica

Consiste en utilizar una serie histórica de precios de la posición de riesgo para construir una serie de tiempo de precios y/o rendimientos simulados, con el supuesto de que se ha conservado el portafolios durante el periodo de tiempo de la serie histórica.

Primero se deben identificar los componentes de los activo del portafolios y recopilar los datos de los precios diarios históricos considerando un periodo que oscile entre 250 y 500 datos. A partir del histograma de frecuencias de los rendimientos simulados se calcula el cuantil correspondiente de dicho histograma (primer percentil si el nivel de confianza es de 99%)

Existen tres tipos de simulación histórica: crecimiento absoluto, crecimientos logarítmicos y crecimientos relativos. A continuación se describen los pasos a seguir en cada uno de estos métodos.

1.- Simulación histórica con crecimientos absolutos

Pasos a seguir:

a) Obtener una serie de tiempo de precios de la posición en riesgo (250 a 500 datos).

b) Calcular las pérdidas o ganancias diarias de dicha serie de tiempo mediante la expresión:

$$\Delta P_i = P_i - P_{i-1} \quad (3.21)$$

c) Determinar una serie de tiempo de precios simulados sumando a la ΔP e $\{r_i\}$ 1 precio más reciente o actual de acuerdo al siguiente:

$$P_i^* = P_0 + \Delta P_i \quad (3.22)$$

Note que P_0 es fijo para toda la serie de tiempo.

d) Determinar una serie de tiempo de rendimientos simulados, a partir de los precios hipotéticos y referidos a la observación mas reciente, como sigue:

$$R_i^* = \frac{P_i^* - P_0}{P_0} \quad (3.23)$$

e) Calcular el valor en riesgo tomando el percentil que esta de acuerdo con el nivel de significancia deseado del histograma de rendimientos simulados.

f) Note que el valor en riesgo, en este caso, estará dado como rendimiento en porcentaje, por lo que será necesario multiplicar por el valor del porfolios vigente para obtener dicho valor en riesgo en pesos, dólares, etcétera.

2.- Simulación histórica con crecimientos logarítmicos

Pasos a seguir:

a) Obtener una serie de tiempo de precios de la posición de riesgo (250 a 500)

b) Conseguir los rendimientos logarítmicos $\{r_t\}$.

c) Determinar una serie de tiempo simulada de crecimientos de acuerdo con lo siguiente:

$$P^* = P_0(1+r) \quad (3.24)$$

d) Obtener una serie de tiempo de perdidas/ganancias simulada:

$$P_0 - P^* \quad (3.25)$$

e) Calcular el VaR tomando el percentil que esta de acuerdo con el nivel de significancia deseado, del histograma de perdidas/ganancias simuladas.

3.- Simulación histórica con rendimientos relativos

El procedimiento es semejante al de crecimientos logarítmicos, pero en lugar de obtener rendimientos logarítmicos, se obtienen rendimientos relativos, i.e., $\{R_t\}$.

El método de simulación histórica tiene muchas ventajas, entre ellas las siguientes:

- a) Es fácil de entender por parte de los ejecutivos no son expertos en estadística.

- b) Es realista, pues se basa en una serie de tiempo de datos reales.
- c) No se apoya en supuestos de correlaciones y volatilidades que en situaciones de movimientos extremos en los mercados pueden no cumplirse. Las correlaciones y volatilidades están implícitas en cálculo del VaR.
- d) No requiere mapeo de posiciones y no incluye supuesto alguno.
- e) Es aplicable a instrumentos no lineales.

3.4 Pruebas de Backtesting

El denominado Backtesting es una prueba para evaluar la efectividad del modelo de Valor en Riesgo utilizado.

Instituciones internacionales como el grupo de los 30 y el Comité de Basilea recomiendan realizar la prueba de Backtesting con el objetivo de verificar si el modelo VaR es adecuado.

En esta prueba, se cuentan las ganancias o pérdidas reales que fueron mayores al VaR.

Los pasos a seguir son:

- 1.- Las pérdidas y ganancias se calculan con cambios en la evaluación
- 2.- Se compara periódicamente el VaR observado ajustado a un día con las pérdidas y ganancias diarias.
- 3.- Los errores o excepciones detectados se calculan contando el número de veces que las pérdidas y ganancias exceden al VaR observado.
- 4.- El nivel de eficiencia del modelo será:

$$\# \text{ de excepciones} \div \# \text{ de observaciones}$$

El método mas utilizado, consiste encontrar las veces que las pérdidas o ganancias exceden el VaR en un periodo. Con N el numero de observaciones que exceden la pérdida o ganancia y para un nivel de confianza $1-p$, se prueba si la N observada es estadísticamente diferente a la probabilidad de error p y que corresponde al error considerado en el VaR.

La probabilidad de ocurrencia de N excesos durante un periodo de T observaciones se distribuye Binomial con parámetros T y P , es decir:

$$N \sim \text{Bin}(T, p); \quad P(N = x) = (1-p)^{T-x} p^x. \quad (3.26)$$

La decisión practica que se toma, es determinar si la relación de excesos de perdidas y/o la ganancias contra las observaciones total 1.5%, 23%, etcétera, es estadísticamente diferente a la probabilidad que se utiliza para el VaR contra la hipótesis, es decir, 1%, 5% etcétera.

Kupiec desarrolló regiones de confianza con base a una distribución Ji-Cuadrada con 1 grado de libertad. Bajo la hipótesis nula de que p es estadísticamente igual a la probabilidad utilizada para el VaR contra la hipótesis alternativa de que p es estadísticamente diferente a la probabilidad correspondiente al VaR.

Estas regiones fueron determinadas de los extremos máximos verosímiles dado por la siguiente expresión.

$$L = -2\ln\left((1-p)^{T-N} P^N\right) + 2\ln\left(\left(1-\frac{N}{T}\right)^{T-N} \left(\frac{N}{T}\right)^N\right). \quad (3.27)$$

Donde:

c : Nivel de confianza

p : Probabilidad de error

N : Número de observaciones que exceden la pérdida o ganancia

N/T : Frecuencia en que las pérdidas exceden el VaR

Región de rechazo para el # de observaciones fuera del VaR, N .

Probabilidad p	$T=255$ días	$T=510$ días	$T=1000$ días
0.01	$N < 7$	$1 < N < 11$	$4 < N < 17$
0.025	$2 < N < 12$	$6 < N < 21$	$15 < N < 36$
0.05	$6 < N < 21$	$16 < N < 36$	$37 < N < 65$
0.075	$11 < N < 28$	$27 < N < 57$	$59 < N < 92$
0.1	$16 < N < 36$	$38 < N < 65$	$81 < N < 120$

Capítulo 4

Teoría General de Sistemas

4.1 Enfoque de sistemas

Un sistema es un conjunto de componentes conectados entre si en una forma organizada y de tal manera que cada componente contribuya con una tarea específica, esto, con el objetivo de implementar parte de un proceso total.

Los elementos de un sistema pueden ser conceptos, en cuyo caso, estamos tratando un sistema conceptual, por ejemplo, un lenguaje de programación. También pueden ser objetos, como por ejemplo, un piano compuesto por varias partes. Asimismo, pueden ser sujetos como los del equipo deportivo. Finalmente, un sistema puede estructurarse de conceptos, objetos y sujetos como un sistema hombre-maquina, que entonces comprendería las tres clases de elementos. Por tanto un sistema es un agregado de entidades, viviente o no viviente o ambas. Asimismo, es suficiente visualizar que los sistemas se componen de otros sistemas a los que llamamos subsistemas.

En la mayoría de los casos, hay sistemas más grandes o súper ordinales, los cuales, comprenden otros sistemas y que llamamos "El sistema total" o "El sistema integral". Uno de los problemas en el estudio de los de sistemas se deriva de nuestra incapacidad para saber como "Estructurar" un sistema en sistemas más grandes. Para esto, en esta sección se expone la teoría general que ayuda al diseño y mejoramiento de sistemas.

Los principios de la teoría general de sistemas son:

- Todos los sistemas crecen
- Cuanto mas especializado se un sistema, menor será su capacidad de adaptarse a los cambios en su ambiente y mayor cantidad de recursos consumirá
- Todos los sistemas forman parte de sistemas mayores y, a su vez son formados por sistemas menores o subsistemas

Los sistemas se caracterizan por los siguientes conceptos

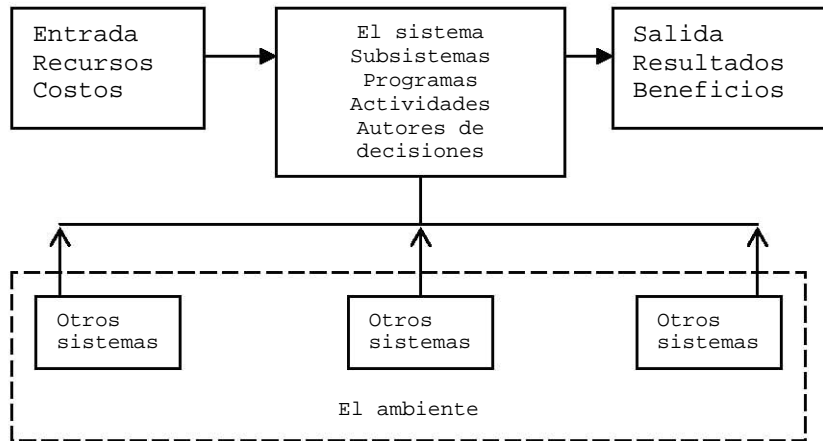
- *Elementos:* Los elementos son las componentes de cada sistema, los cuales también pueden ser sistemas por derecho propio, es decir, subsistemas. Los elementos que entran al sistema se denominan entradas.
- *Proceso de conversión:* Los sistemas organizados están dotados de un proceso de conversión por el cual los elementos del sistema pueden cambiar de estado. El proceso de conversión cambia elementos de entrada en elementos de salida. En un sistema con organización, los procesos de conversión generalmente agregan valor y utilidad a las entradas.
- *Entradas y recursos:* La diferencia entre entradas y recursos es mínima, y depende solo del punto de vista y circunstancia. El proceso de conversión, las entradas son generalmente los elementos sobre los cuales se aplican los recursos. Cuando se identifican las entradas y recursos de un sistema, es importante especificar si están o no bajo control del diseñador del sistema, es decir, si pueden ser considerados como parte del medio. Cuando se evalúa la eficacia de un sistema para lograr sus objetivos, las entradas y los recursos generalmente se consideran como costos.
- *Salidas o resultados:* Las salidas son los resultados del proceso de conversión del sistema y se cuentan como resultados, éxitos o beneficios.
- *El ambiente:* La finalidad de un sistema es la razón de su existencia. Para alcanzar sus objetivos, los sistemas interactúan con su ambiente. El ambiente de un sistema esta formado por todos los objetos que se encuentran fuera de las fronteras del sistema. Los sistemas que interactúan con su ambiente se denominan sistemas abiertos. Todos los sistemas actuales son abiertos. Los sistemas que no interactúan con su ambiente se denominan cerrados, pero estos existen en teoría.
- *Propósito y función:* Los sistemas adquieren un propósito o funciones específicas, cuando entran en relación con otros subsistemas en el contexto de un sistema más grande. Por

lo tanto, la conexión entre subsistemas y el sistema total, son importantes en el estudio de sistemas.

- *Atributos:* Los sistemas, subsistemas y elementos, están dotados de atributos y propiedades. Los atributos pueden ser "cuantitativos" o "cualitativos".
- *Componentes, programas y misiones:* Un sistema orientado a objetivos, se organiza el proceso de conversión alrededor del concepto de componentes, programas o misiones, el cual consiste de elementos compatibles reunidos para trabajar hacia un objetivo definido. En la mayoría de los casos, los límites de los componentes no coinciden con los límites de la estructura organizacional, una cuestión bastante significativa para el enfoque de sistemas.
- *Administrador, agentes y autores de decisiones:* Las acciones que tienen en el sistema, se atribuyen o asignan a administradores, agentes y autores de decisiones cuya responsabilidad es la guía del sistema hacia el logro de sus objetivos. Primordialmente nos interesamos en el estudio de organizaciones o sistemas organizados orientados a un objetivo, es decir, en aquellos que poseen un propósito o funciones definidas, y se esfuerzan hacia diversos objetivos o resultados observables y medibles.
- *Estructura:* Este concepto se relaciona con la forma de las relaciones materiales que mantienen los elementos del conjunto. La estructura puede ser simple o compleja, dependiendo del número y tipo de interrelaciones entre las partes del sistema. Los sistemas complejos involucran las jerarquías que son niveles ordenados, partes o elementos de sistemas. Los sistemas funcionan a largo plazo, y la eficacia con la cual se realizan depende del tipo y forma de interrelaciones entre los componentes del sistema.
- *Estados y flujos:* Es usual distinguir entre estados y flujos de sistemas. El estado de un sistema se define por las propiedades que muestran sus elementos en un punto del tiempo. La condición de un sistema esta dada por el valor de los atributos que lo caracterizan. Los cambios de un estado a otro por los que pasan los elementos del sistema dan surgimientos a flujos, los cuales se determinan en términos de tasas de cambio del valor de los atributos de

sistema. La conducta puede interpretarse como cambios en los estados de sistema sobre el tiempo.

El esquema No. 4.1 representa la estructura de un sistema



Esquema No. 4.1: Estructura de un sistema.

4.2 Mejoramiento y diseño de sistemas

Muchos de los problemas que surgen en los sistemas, se derivan de la incapacidad de los administradores, planificadores, analistas y otros similares para diferenciar entre el mejoramiento y diseño de sistemas. El mejoramiento significa la transformación o cambio que lleva a un sistema más cerca del estándar de la condición de la operación normal. El concepto de mejoramiento lleva la connotación de que el diseño está definido y se han establecido las normas para su operación. La palabra mejoramiento no tiene implicaciones éticas respecto de que el cambio proclamado sea bueno o malo.

Los métodos científicos que conducen hacia el mejoramiento de sistemas tienen su origen el método científico y se conocen como paradigma de la ciencia. Aquellos que se conducen hacia el diseño de sistemas, se derivan de la teoría general de sistemas y se conocen como el paradigma de sistemas.

El mejoramiento de sistemas, como una metodología de cambio, se caracteriza por los siguientes pasos:

1. Se define el problema e identifican el sistema y subsistemas componentes.
2. Los estados, condiciones o conductas actuales del sistema se determinan mediante observación.
3. Se comparan las condiciones reales y esperadas de los sistemas, a fin de determinar el grado de desviación.
4. Se hipotetizan las razones de esta desviación de acuerdo con los límites de los subsistemas componentes.
5. Se sacan conclusiones de los hechos conocidos, mediante un proceso de deducción y se desintegra el gran problema en subproblemas mediante un proceso de reducción.

En contraste con el mejoramiento de sistemas, el enfoque de sistemas en una metodología de diseño se caracteriza por lo siguiente:

1. Se define el problema en relación con los sistemas a los cuales pertenece y está relacionado mediante aspectos comunes en los objetivos.
2. Los objetivos del sistema generalmente no se basan en el contexto de subsistemas, sino que deben revisarse en relación a sistemas mayores.
3. Los sistemas actuales deben evaluarse en términos de costos de oportunidad o del grado de divergencias del sistema del diseño óptimo.
4. El diseño óptimo involucra la planeación, evaluación e implementación de nuevas alternativas que ofrezcan salidas innovadoras y creativas para el diseño total.
5. El diseño de sistemas y el paradigma de sistemas involucran procesos como inducción y síntesis, que difieren de los métodos de deducción y reducción utilizados para el mejoramiento de sistemas a través del paradigma de ciencia.
6. El planeamiento concibe como un proceso por el cual el planificador asume el papel de líder en vez de seguidor. El planificador debe animar la elección de alternativas que alivien e incluso se opongan, en lugar de reforzar los

efectos y tendencias no deseados de diseño de sistemas anteriores.

A continuación se presentan las diferencias entre las metodologías de cambio en la tabla No. 4.1:

	Mejoramiento de sistemas	Diseño de sistemas
Condiciones del sistema	El diseño se implanta	Se cuestiona el diseño
Intereses	<ul style="list-style-type: none"> • Sustancia • Contenido • Causas 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura y proceso • Método • Propósitos y función
Paradigma	Análisis de sistemas y subsistemas componentes	Diseño del sistema global
Proceso de razonamiento	Deducción y Reducción	Inducción y síntesis
Salida	Mejoramiento del sistema existente	Optimización del sistema global
Método	Determinación de causas de desviación entre operación intentada y real	Determinación de la diferencia entre el diseño real y diseño óptimo
Énfasis	Explicación de desviaciones del pasado	Predicción de resultados futuros
Perspectiva	Introspectiva: del sistema hacia el interior	Extrospectiva: del sistema hacia el exterior
Papel planificador	Seguidor: satisfacer las tendencias reinantes	Líder: influir sobre las tendencias y modificarlas

Tabla No. 4.1: Diferencias entre el diseño y mejoramiento de sistemas.

4.3 Sistemas de información

Un sistema de información es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el objetivo de apoyar las actividades de una empresa o negocio

En el caso de las organizaciones los sistemas de información han logrado importantes mejoras:

- Automatizar los procesos operativos
- Proporcionar información de apoyo al proceso de toma de decisiones
- Facilitar el logro de ventajas competitivas

Los sistemas de información proporcionan servicio a todos los elementos de una organización y enlazan todos sus componentes en forma tal que estos trabajen con eficiencia para alcanzar el mismo objetivo.

Con base a lo anterior, se deduce que dentro de una organización no existe un único sistema de información. De acuerdo con los principios de la teoría general de sistemas, un sistema de información se encuentra dividido en varios subsistemas que tienen sus propios elementos y se encuentran relacionados mutuamente. Cada subsistema es considerado un sistema de información.

Dado que cada sistema de información da soporte a otros sistemas de la organización, los analistas tienen primero que estudiar y entender el sistema como un todo.

Al terminar de estudiar el sistema organizacional se podrá definir cada uno de los sistemas de información necesarios y la forma como deben interactuar.

Los elementos que componen un sistema de información son de naturaleza diversa y normalmente incluyen:

- Equipo computacional: es todo el hardware necesario para que el sistema de información pueda operar
- Recursos humanos: son todas aquellas personas que utilizan el sistema

- Datos de información: son todas las entradas que necesita el sistema para generar la información que se desea
- Programas: es todo el hardware que hará que los datos de entrada sean procesados y generen los resultados esperados.

4.3.1 Categorías de sistemas de información

Las categorías de los sistemas de información son:

1. Sistemas transaccionales
2. Sistema de información gerencial
3. Sistemas de soporte a las decisiones
4. Sistemas estratégicos
5. Sistemas expertos

4.3.1.1 Sistemas transaccionales

También se les conoce como sistemas de procesamiento de transacciones. Estos sistemas es un conjunto de procedimientos que incluye las actividades de:

- Cálculo
- Clasificación
- Ordenamiento
- Almacenamiento y recuperación de información

Los procedimientos describen que buscar en cada transacción, los a seguir y lo que se debe de hacer en caso de que se presente una excepción

La finalidad de este tipo de sistemas es mejorar las actividades rutinarias de las que depende la organización.

Las características de los sistemas para el procesamiento de transacciones son las siguientes:

- Manipulan gran cantidad de datos de entrada (transacciones y salida) de información
- Son recolectores de información ya que a través de ellos se alimentan las bases de datos de las empresas.

- Las transacciones son similares
- Los procedimientos para el procesamiento de transacciones están bien comprendidos y se pueden describir con detalle.
- Existen pocas excepciones a los procedimientos normales
- Permiten ahorros significativos de mano de obra, debido a que se automatizan los procesos operativos de la organización.
- La justificación de estos sistemas se puede realizar enfrentando ingresos y costos

4.3.1.2 Sistemas de información gerencial

Este tipo de sistemas ayuda a los administradores a tomar decisiones estructurales y resolver problemas del nivel medio de la empresa.

Estos sistemas organizan, filtran y totalizan los datos para entregar información en forma periódica.

Las características principales de estos sistemas son:

- Suelen introducirse después de la implantación de los sistemas transaccionales
- Filtran, organizan y totalizan los datos almacenados por los sistemas transaccionales
- La información que se genera sirve de apoyo a la toma de decisiones.

4.3.1.3 Sistemas para el soporte de decisiones

También llamados sistemas de apoyo a las decisiones. Estos sistemas apoyan al proceso para la toma de decisiones en todas sus fases.

Las características principales de este tipo de sistemas son:

- La información que generan sirve de apoyo a la toma de decisiones en todos los niveles de la organización

- Suelen ser intensivos en cálculos y escasos en entradas y salidas de información
- Suelen ser sistemas de información interactivos y amigables, con altos estándares de diseño gráfico y visual.
- Se encuentran dirigidos al usuario final

4.3.1.4 Sistemas estratégicos

Este tipo de sistemas usan la tecnología de información para dar ventaja competitiva a la organización donde se aplican.

Las principales características son:

- Suelen desarrollarse dentro de las organizaciones.
- Típicamente su forma de desarrollo es basándose en incrementos, se inicia con un proceso o función en particular y después de ahí se van agregando nuevas funciones.
- Su función es lograr ventajas que los competidores no posean.

4.3.1.5 Sistemas expertos

Es un sistema computacional interactivo que permite la creación de bases de conocimiento, las cuales responden a preguntas de un área específica de conocimiento. La inteligencia artificial es el campo principal de los sistemas expertos

La inteligencia artificial se puede definir como la ciencia que estudia de manera sistemática el comportamiento inteligente, con el fin de imitar o simular las habilidades humanas mediante la máquinas y computadoras. Estas habilidades son:

- Razonamiento
- Aprendizaje
- Capacidades mecánicas
- Capacidades sensoriales

Los sistemas expertos permiten cargar bases de conocimiento. Asimismo, el conocimiento se basa u obtiene a través de la experiencia.

Los elementos básicos de un sistema experto son:

- Una base de conocimiento
- Una maquina de inferencia
- Un lenguaje para inteligencia artificial
- Una interfaz de usuario

4.4 Estrategias para el desarrollo de sistemas

El desarrollo de sistemas es un área que se puede manejar como proyecto; es decir, debe tener un inicio y su fin, una secuencia de pasos o etapas y debe ajustarse a un presupuesto.

Cada proyecto de desarrollo de sistemas es particular, pues nunca se presentan las mismas situaciones en dos proyectos, aunque estos sean similares.

Para el desarrollador de sistemas es de vital importancia conocer las diversas metodologías que lo apoyaran a cumplir con las especificaciones del proyecto.

Las metodologías para el desarrollo de sistemas son:

- Método del desarrollo del análisis estructurado.
- Método del ciclo de vida para el desarrollo de sistemas.
- Método del prototipo de sistemas.

La estrategia de desarrollo que se considera es seleccionar el método adecuado a la situación específica de cada proyecto para cumplir el objetivo efectiva y eficientemente. Una estrategia podría ser la combinación de métodos ya que estos no son excluyentes.

4.4.1 Método de desarrollo por análisis estructurado

El análisis consiste en investigar la funcionalidad de un sistema. Durante este proceso se deben de responder las siguientes preguntas:

¿Quién hace el sistema?

¿Quién realizan las actividades?

¿Con que departamentos o sistemas esta relacionado?

¿Quién provee los datos o información?

¿Quién utiliza la información resultante, para que?

Realizar esta investigación intuitivamente podría resultar en inconsistencias, redundancias y contradicciones que se entorpezcan el proceso de desarrollo.

El método de desarrollo de análisis estructurado establece un orden para evitar tales inconvenientes, de este modo se podrá presentar el estudio del sistema con todos sus detalles funcionales. Asimismo, este método es espacialmente útil para facilitar la comprensión de sistemas grandes y complejos. Para esto se hacen las siguientes inferencias:

- Se divide al sistema en componentes
- Se construye un modelo del sistema

Este método permite que los usuarios observen los elementos lógicos separados de los elementos físicos.

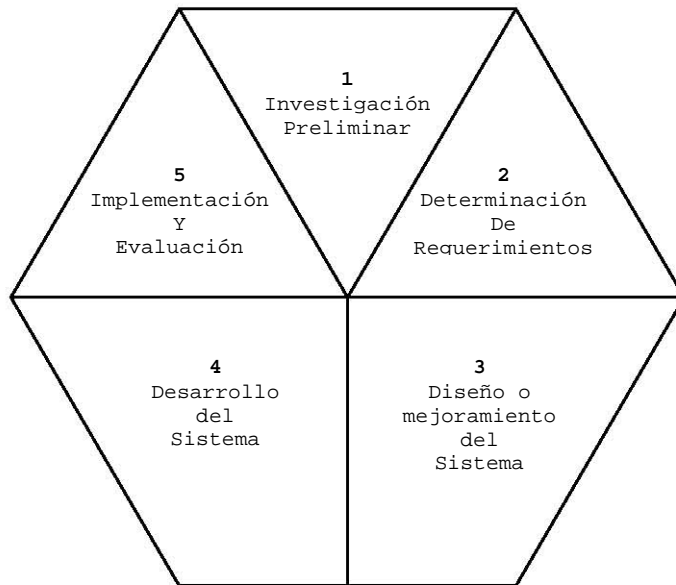
Los elementos lógicos se refieren a las funciones del sistema. Los elementos físicos son las computadoras, terminales, sistemas de almacenamiento, etcétera.

Como este método solo enfatiza la funcionalidad del sistema, se recomienda usarse en combinación con otras metodologías.

4.4.2 Método del ciclo de vida para el desarrollo de sistemas

El método del ciclo de vida para desarrollo de sistemas es el conjunto de actividades que se realizan para desarrollar e implementar sistemas de información. Este método concibe el desarrollo de sistemas como un ciclo específico de actividades.

De manera general, se puede decir que este método cuenta con las siguientes etapas del esquema No. 4.2.



Esquema No. 4.2: Diagrama del ciclo de vida para la desarrollo de sistemas

- Investigación preliminar: En esta primera etapa el analista se involucra en la identificación de los problemas, de las oportunidades y de los objetivos. Esta etapa requiere que el analista observe detenidamente lo que ocurre en la organización para detectar los posibles problemas u oportunidades.
- Determinación de requerimientos: Después de realizar la investigación inicial, el analista tiene que plantear los requerimientos del usuario para el nuevo sistema; es decir, las necesidades y características que deberá cubrir el nuevo sistema
- Diseño o mejoramiento del sistema: El diseño o mejoramiento de un sistema de información hace referencia a la metodología de cambio expuesta en la sección ().
- Desarrollo de software: Consiste en generar los códigos necesarios para el sistema. Los programadores son responsables de la documentación de los programas, que también se realiza durante esta etapa, así como de

explicar el funcionamiento de los mismos y por que ciertos procedimientos se codifican de determinada copia.

- Implementación y evaluación: La implementación es el proceso de verificar e instalar nuevo equipo, entrenar a los usuarios, instalar la aplicación y construir todos los datos necesarios. La evaluación del sistema se lleva a cabo para identificar sus puntos débiles y fuertes.

4.5 Usuarios

Los usuarios finales es la persona que no son especialistas en sistemas de información pero que utilizan el sistema para realizar su trabajo.

Los usuarios finales pueden agruparse en cuatro categorías:

- Usuarios primarios: Son lo que interactúan con el sistema. Alimentan al sistema y reciben las salidas de información.
- Usuarios indirectos: Son aquellos que se benefician de los resultados o reportes generados por los sistemas pero no interactúan de manera directa con el hardware o software. Pueden se los gerentes de las diferentes áreas de la empresa.
- Usuarios administradores: Tienen las responsabilidades administrativas en los sistemas de aplicación. Supervisan la inversión en el desarrollo y uso del sistema. Tienen la responsabilidad ante la organización de controlar las actividades del sistema.
- Usuarios directivos: Incorporan los usos estratégicos y competitivos de los sistemas de información de los planes y estrategias de la organización. Evalúan los riesgos a los que se expone la organización por fallas originadas en los sistemas de información.

4.6 Tecnología Java Enterprise Edition

4.6.1 Sinopsis

La plataforma Java 2, Enterprise Edition (J2EE) es un proyecto de la colaboración de SUN con los líderes del sector del software empresarial (IBM, Apple, Bea Systems, Oracle, Inprise, Hewlett-Packard, Novell, etc.) para definir una plataforma robusta y flexible orientada a cubrir las necesidades empresariales en e-business y business-to-business.

Las empresas necesitan constantemente extender su alcance, reducir sus costos, y bajar sus tiempos de respuesta para proporcionar un fácil acceso a sus clientes, empleados y proveedores. Generalmente, las aplicaciones que proporcionan estos servicios deben combinar Sistemas de Información de la Empresa (EISs) existentes o heredados, con nuevas funciones que entregan servicios a un gran diversidad de usuarios. Estos servicios necesitan ser:

1. Highly available: Alta disponibilidad, para percibir las necesidades de hoy, en un ambiente global de negocios.
2. Secure: Seguridad, para proteger la privacidad de los usuarios y la integridad de la empresa.
3. Reliable and scalable: Fiabilidad y escalabilidad, para asegurar que las transacciones del negocio sean procesadas prontamente y con precisión.

En la mayoría de casos, estos servicios son diseñados como aplicaciones multitier. Un middletier se necesita para implementar un nuevo servicio, integrar los existentes EISs con las funciones del negocio y los datos del servicio nuevo.

El servicio de middletier es el firsttier, dada la complejidad de la empresa y aprovecha las tecnologías maduras del Web para eliminar rápidamente o reducir drásticamente la administración y el entrenamiento de los usuarios manteniendo los recursos existentes en la empresa.

La plataforma Java2, Edición Empresarial (J2EE) reduce el costo y complejidad de desarrollo de estos servicios multitier, y da por resultado servicios que pueden ser creados rápidamente y

fácilmente mejorados respondiendo a las presiones competitivas de la empresa.

J2EE cumple estos objetivos por definir una arquitectura normal que se entrega con los siguientes elementos:

- J2EE BluePrint - Un modelo de aplicación standard para desarrollo multitier, y servicios think client.
- J2EE Platform - Una plataforma standard para albergar las aplicaciones J2EE.
- J2EE Compatibility Test Suite - Una colección de tests de compatibilidad para verificar que un producto J2EE cumple con el standard de la plata forma J2EE.
- J2EE Reference Implementation - Una aplicación de referencia para demostrar las capacidades de J2EE y proporcionar una definición operacional de la plataforma J2EE.

4.6.2 Modelos aplicados

El modelo de aplicación J2EE divide a las aplicaciones empresariales en tres partes fundamentales: componentes, contenedores y conectores. Las componentes son el foco donde se centran los desarrolladores de aplicaciones, los vendedores de sistemas implementan contenedores y conectores para ocultar la complejidad y promover la portabilidad. Los contenedores interceden entre los clientes y las componentes, proporcionando servicios transparentemente a ambos. Los conectores se ubican debajo de la plataforma de J2EE. Los conectores promueven flexibilidad permitiendo una variedad de implementaciones de servicios. Las componentes son partes de las aplicaciones previamente desarrolladas, las cuales pueden ser ensambladas con otras aplicaciones. Las componentes no son aplicaciones por sí solas. Estas se ejecutan en otros ambientes de aplicaciones llamados Containers (Contenedores). Un contenedor provee un contexto de aplicación para una o más componentes, además provee administración y servicios de control para las componentes. En términos prácticos, un contenedor provee un proceso del sistema operativo o un thread en donde se ejecuta la componente.

En cuanto a arquitectura, los modelos son divididos en:

Modelos de 2 niveles: La arquitectura que se debe adoptar para el desarrollo de un sistema depende del tipo de aplicación que

se quiera implantar. Aplicaciones sencillas podrán ser desarrolladas siguiendo modelos simples. Para aplicaciones más complejas se necesitarán arquitecturas más robustas, flexibles, escalables y de fácil integración. La arquitectura llamada de 2 niveles describe la forma en que las aplicaciones pueden ser divididas siguiendo la arquitectura cliente/servidor. La arquitectura cliente/servidor es un modelo para el desarrollo de sistemas de información en el que las transacciones se dividen en procesos independientes que cooperan entre sí para intercambiar información, servicios o recursos. En este modelo las aplicaciones se dividen de forma que el servidor contiene la parte que debe ser compartida por varios usuarios y en el cliente permanece sólo lo particular de cada usuario.

Los principales problemas que presentan estos modelos es su incapacidad para adaptarse a entornos cambiantes y a los aumentos del volumen de usuarios o de datos. Además, estos modelos carecen de flexibilidad para el desarrollo de objetos reutilizables. Por tanto, cuando la complejidad de los sistemas aumenta, será necesaria la utilización de modelos más complejos que permitan resolver los problemas que presentan las soluciones a 2 niveles.

J2EE: Modelo Multinivel: La arquitectura de varios niveles añade al modelo de 2 niveles nuevas capas que permiten resolver los problemas en cuanto a escalabilidad, adaptabilidad, integración y reutilización de objetos que presentaban los modelos de 2 niveles. El diseño de las aplicaciones de varios niveles puede encerrar una gran dificultad. Estas aplicaciones requieren la unificación de distintos recursos y capacidades, además del código y de los datos heredados. J2EE envuelve y engloba todos los recursos existentes necesarios para las aplicaciones de multinivel utilizando un modelo unificado y basado en componentes, que simplifica y minimiza la complejidad del desarrollo de este tipo de aplicaciones.

4.6.3 Apreciación global de la plataforma

El J2EE es una plataforma que habilita soluciones para el desarrollo, uso efectivo y manejo de multicapas en aplicaciones centralizadas en el servidor.

J2EE utiliza la plataforma Java 2 SE, que es una completa, estable, segura, y rápida plataforma Java en el ámbito de la empresa. Permite ahorrar recursos a la compañía, porque habilita

una plataforma que reduce de manera significativa los costos y la complejidad de desarrollo de soluciones multicapas, resultando en servicios que pueden ser desarrollados rápidamente y ampliados fácilmente.

Las tecnologías que están incluidas en J2EE son:

- Enterprise JavaBeans
- JavaServer Pages
- Servlets Java Naming and Directory Interface (JNDI)
- Java Transaction API (JTA)
- CORBA
- API de acceso a datos JDBC.

Los ISVs (Independent Software Vendors) necesitan J2EE porque les da un esquema para proveer de una solución completa para empresas en la plataforma Java. Los desarrolladores necesitan J2EE porque escribir aplicaciones distribuidas en empresas es muy duro, y ellos necesitan una solución de alta productividad que les permita enfocarse sólo en escribir la lógica y tener un completo rango de servicios en que confiar (enterprise class), como objetos de transacciones distribuidas o middleware orientado a objetos, etcétera.

4.6.3.1 Especificaciones J2EE

Java 2, Enterprise Edition, aprovecha muchas de las características de la plataforma Java, como la portabilidad "Write Once, Run Anywhere", el Application Program Interface (API) JDBC para el acceso a bases de datos, la tecnología CORBA para la interacción con los recursos existentes de la empresa y un modelo de seguridad que protege los datos incluso en la aplicaciones para Internet.

Sobre esta base, Java 2 Enterprise Edition añade el soporte completo para componentes Enterprise Java Beans, el API Java Servlets y la tecnología JavaServer Pages. El estándar J2EE incluye todas las especificaciones y pruebas de conformidad que permiten la portabilidad de las aplicaciones a través de la amplia gama de sistemas empresariales compatibles con J2EE.

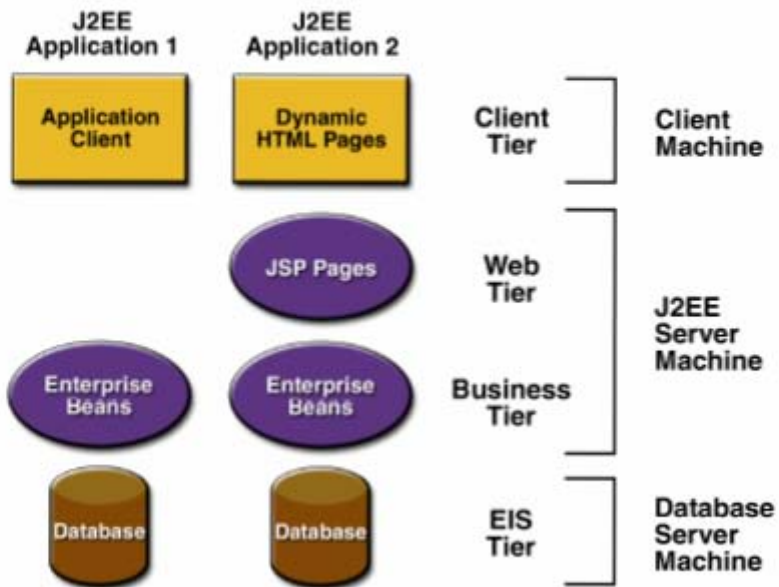
4.6.3.2 Arquitectura J2EE

J2EE está basado en la arquitectura del lado del servidor. Este tipo de arquitectura concentra la mayoría de los procesos de la aplicación en el servidor o en un pedazo de este. Este tipo de

arquitectura tiene dos ventajas críticas en comparación con los otros tipos, estos son:

- **Múltiples Clientes:** Una arquitectura basada en el servidor requiere una clara separación entre la capa cliente (interfaz) y la capa servidor, en la cual se realizan los procesos de la aplicación. Esto permite que una simple aplicación soporte simultáneamente clientes con distintos tipos de interfaces, incluyendo poderosas interfaces (gráficas) para equipos corporativos, interfaces multimedia interactivas para usuarios con conexiones de alta velocidad, interfaces eficientes basadas en texto para usuarios con conexiones de baja velocidad, etc.
- **Operaciones robustas:** Una arquitectura basada en el servidor que soporta escalabilidad, confiabilidad, disponibilidad y recuperabilidad. Aplicaciones basadas en el servidor pueden ser divididas y distribuidas en múltiples procesadores. Componentes de la aplicación pueden ser replicados para dar soporte a caídas instantáneamente.

La plataforma de J2EE provee un conjunto de APIs de java y servicios necesarios para el soporte de aplicaciones para empresas. La plataforma completa puede ser implementada en un solo sistema, o la plataforma de servicios puede ser distribuida a través de varios sistemas, pero todas las APIs especificadas deben ser incluidas en alguna parte del sistema completo. A continuación podemos ver una ilustración de la arquitectura en el esquema No. 4.3.



Esquema No. 4.3: Arquitectura del J2EE
Fuente: J2EE Tutorial

El ambiente de J2EE consta de las siguientes partes:

1.- Componentes de la aplicación: El modelo de programación de J2EE define cuatro tipos de componentes que una aplicación J2EE debe soportar:

- **Clients de la Aplicación**, son programas creados en Java que son generalmente programas GUI, que ejecutan sobre una computadora de escritorio. La aplicación cliente ofrece a un usuario la experiencia similar al de las aplicaciones nativas, y tiene acceso a todo de los medios de la J2EE middle tier.
- **Applet's**, son GUI component que generalmente procesan un programa en un web browser, pero puedan procesar una variedad de otras aplicaciones o dispositivos que soportan el modelo de programación del applet. Las Applets pueden ser usadas para proporcionar una poderosa interfaz de usuario para las aplicaciones J2EE. (Simple páginas HTML)

se pueden usar también para proporcionar una interfaz de usuario más limitada para aplicaciones J2EE.)

- Páginas Servlets y JSP generalmente procesan un programa en un servidor Web y responden a las peticiones HTTP de los clientes Web. Las páginas Servlets y JSP pueden ser utilizadas para que generen páginas HTML que son aplicación de interfaz de usuario. Pueden también usadas para generar XML u otro formato de datos que se consumen por otros componentes de la aplicación. Servlets, y páginas creadas con la tecnología JavaServer Pages, se refieren conjuntamente a menudo en ésta especificación como "componentes Web". Las aplicaciones Web están compuestas de Web components y otros datos tal como las páginas HTML.
- Enterprise JavaBeans (EJB) components, procesan en un ambiente controlado las transacciones soportadas. Enterprise beans generalmente contienen la lógica del negocio por una aplicación J2EE.

Estos componentes de la aplicación se pueden dividir en tres categorías:

1. Componentes que se despliegan, manejan, y se ejecutan sobre un servidor J2EE. Estos componentes incluyen JavaServer Pages, Servlets, y Enterprise JavaBeans.
2. Componentes que se despliegan y manejan en un servidor J2EE, pero está cargado y se ejecuta en una máquina cliente. Estos componentes incluyen páginas HTML y applets incluidas en las páginas HTML.
3. Componentes cuyo despliegue y manejo no se definió completamente en esta especificación. Aplicaciones de los clientes caen en esta categoría. Futuras versiones de esta especificación pueden definir completamente el manejo de las aplicaciones del cliente.

2.- Containers: Los containers proporcionan el soporte para los componentes de la aplicación. Un container proporciona una vista del subyacente J2EE-APIs de los componentes de la aplicación.

Interponer un container entre el componente de la aplicación y el servicio J2EE permite a los containers inyectar

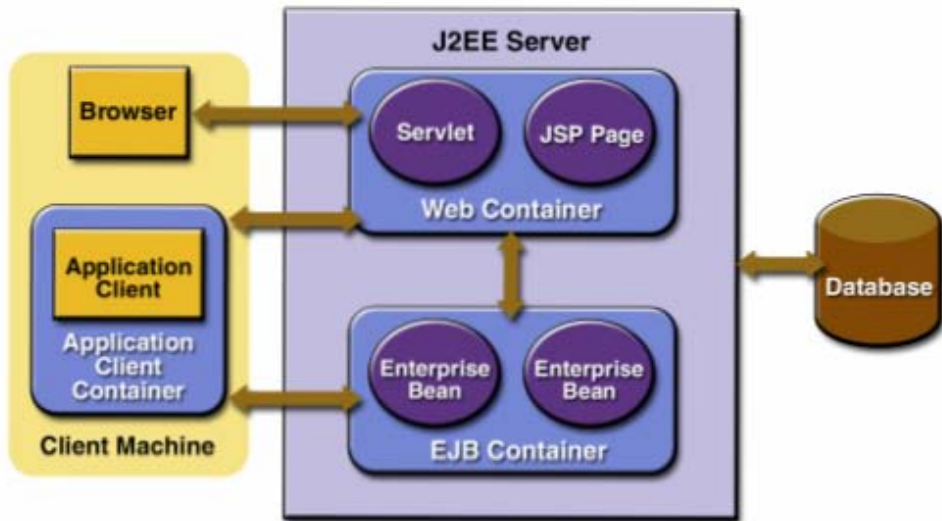
transparentemente servicios definidos por los componentes, tal como el manejo de la transacción, chequeos de seguridad, Pooling de recursos y manejo de estados.

Un producto típico J2EE proporcionará un container por cada componente de la aplicación del tipo: container de la aplicación cliente, applet container, containers del componente web, y containers del enterprise beans. Esta especificación requiere que estos containers proporcionan un ambiente Java Compatible, como se definió para la plataforma Java 2 Plataforma, Edición Normal, v1.3 especificación (J2SE). El applet container usaría el producto Java Plugin para proporcionar este ambiente, o proporcionaría él nativo. Las herramientas de containers también entienden la estructura del archivo por empaquetamiento de los componentes de la aplicación. Los containers son implementados por un Product Provider J2EE.

La especificación define un juego de servicios standard para cada producto J2EE. El J2EE container proporcionan el APIs para acceder a estos servicios a lo componentes de aplicación. Esta especificación también describe maneras standard de extender los servicios J2EE con conectores a otros sistemas de aplicación non-J2EE.

Subyacentemente los containers J2EE son el J2EE núcleo. Un J2EE Product Provider generalmente implementa el núcleo del servidor J2EE usando una transacción existente de la infraestructura en combinación con tecnología Java 2. El núcleo del cliente J2EE está generalmente montado sobre una plataforma Java 2 Edición Standard.

El esquema No. 4.4, ilustra la relación de estos componentes de la plataforma J2EE. Note que esta figura muestra las relaciones lógicas de los componentes; esto no significa o implica una división física de los componentes en separado de máquinas, procesadores, espacios de la dirección, o máquinas virtuales.



Esquema No. 4.4: Relación entre los componentes de la plataforma.

Fuente: J2EE tutorial.

3.- Drivers: Un driver de manejo de recursos (driver) es un componente de software de nivel del sistema que lleva a cabo la conectividad de la red a un manejador de recursos externo. Un driver puede extender la funcionalidad de la plataforma J2EE por implementar un servicio standard J2EE APIs (tal como un driver JDBC), o por definición, implementar un driver de manejo de recursos para un conector a una aplicación externa. Los drivers unen a la plataforma J2EE a través del proveedor de servicios de interfaces (J2EE SPI). Un driver que usa el J2EE SPIs para unir la plataforma J2EE tendrá la habilidad de trabajar con todos los productos J2EE.

4.- Base de datos: La plataforma J2EE incluye una base de datos, accesible por el JDBC API, para el almacenamiento de datos. El banco de datos es accesible desde los componentes web, Enterprise beans, y componentes de la aplicación del cliente. Otros tipos de bases de datos persistentes son permitidos, siempre que soporten el modelo.

4.6.3.3 Servicios

El standard J2EE incluye los siguientes servicios. Algunos de estos ser-vicios standard son provistos en la actualidad por J2SE.

- HTTP. El HTTP client-side API es definido por el `java.net` package. El HTTP server-side API es definido por el `javax.servlet` y las interfaces `JSP`.
- HTTPS. Usa el protocolo HTTP sobre el protocolo SSL y es soportado por el mismo cliente y servidor API como HTTP.
- Java Transaction API (JTA). El Java Transaction API (JTA) consta de dos partes: Una interface definida a nivel aplicación que es utilizada por el container y los componentes de la aplicación para delimitar una transacción. Y Una interface entre el manejador de la transacción y el manejador de recursos usado al nivel de J2EE SPI. (para un próximo lanzamiento).

4.6.4 RMI-IIOP

El subsistema RMI-IIOP se compone por APIs que permiten utilizar el tipo de programación RMI-style que es independiente del protocolo interno, así como una aplicación de estos APIs que soporta ambos, el protocolo nativo J2SE RMI (JRMP) y el protocolo CORBA IIOP.

Las aplicaciones J2EE pueden usar RMI-IIOP, con el soporte del protocolo IIOP, para acceder a los servicios CORBA que son compatibles con las restricciones de programación RMI. Como los servicios CORBA estarían generalmente definidos por componentes que están por fuera de un producto J2EE, normalmente son un sistema legado (legacy system). Únicamente las aplicaciones clientes J2EE requieren de la habilidad para definir directamente sobre un servicio CORBA, utilizando las RMI-IIOP APIs. Generalmente se usa-rían objetos CORBA por llamadas cuando se acceda a otro objeto CORBA.

4.6.5 Componentes JavaBeans

Como describe en la especificación EJB. Éste deja que Enterprise beans estén protocolarmente independientes. Además, los productos J2EE deben ser capaces de exportar Enterprise beans usando el protocolo IIOP, y acceder a los Enterprise beans usando este protocolo, como se especificó en el EJB 2,0. La

habilidad usar el IIOP requiere que el protocolo habilite la interoperabilidad entre los productos J2EE, sin embargo un producto J2EE puede también usar otros protocolos, que son:

- JavaIDL permite que los componentes de la aplicación J2EE invoquen a objetos externos CORBA utilizando el protocolo IIOP. Estos objetos CORBA se escriben en cualquier lenguaje y generalmente residen fuera del producto J2EE. Las aplicaciones J2EE pueden utilizar JavaIDL para actuar como clientes de los servicios CORBA, pero sólo a las aplicaciones cliente J2EE se les permite acceder a JavaIDL directamente a los servicios CORBA presentes.
- El JDBC API es el API para conectividad con sistemas de bases de datos relacionales. El JDBC API tiene dos partes: una aplicación de nivel interfase usada por los componentes de la aplicación para acceder a la base de datos, y un proveedor del servicio para conectar un driver JDBC a la plataforma J2EE.
- Java Message Service(JMS). El Java Message Service es un API standard por mensajes confiable que soporta messaging de punto a punto así como el modelo de publish subscribe. Esta especificación requiere un proveedor JMS que implementa ambos, messaging de punto a punto así como mensajes publish subscribe.
- Java Naming and Directory Interface (JNDI). El JNDI API es el API standard para acceder y nominar directorios. El JNDI API tiene dos partes: una interfase de nivel de aplicación usada por los componentes de la aplicación para acceder al servicio de nombres y directorio y un servicio del proveedor del servicio para enlazar al proveedor de servicios de nombres y directorios.
- JavaMail. Muchas aplicaciones Internet requieren la inteligencia para enviar notificaciones por e-mail, así la plataforma J2EE incluye el JavaMail API junto con un servicio JavaMail que permite a un componente de la aplicación enviar un e-mail. La JavaMail API tiene dos partes: una interfase de nivel de la aplicación utilizada por los componentes de la interfase para enviar correo, y un proveedor del servicio utilizado a nivel del J2EE SPI.

- **JavaBeans Activation Framework (JAF).** La JavaMail API utiliza la JAF API, a tal punto que la incluye también.
- **Java API for XML Parsing (JAXP).** El JAXP proporciona soporte a la industria para el standard SAX y DOM APIs for parsing XML documents.
- **J2EE Connector Architecture.** La arquitectura del Conector es un J2EE SPI que permite a los adaptadores de recurso que soportan acceso a los sistemas de información de la empresa, conectarse a cualquier producto J2EE. La arquitectura del conector define un conjunto standard fijo de contratos a nivel del sistema entre un servidor J2EE y un adaptador del recurso. El contrato standard incluye:
 - Un contrato para el manejo de la conexión permite un que un servidor J2EE agrupe conexiones a un EIS subyacente y permite a los componentes de la aplicación conectarse a un EIS. Éste encamina a un ambiente escalable a la aplicación que puede soportar un gran número de clientes que requieren acceso a sistemas EIS.
 - Un contrato de manejador de transacciones entre el manejador de la transacción y EIS que soporta el acceso a los recursos EIS. Éste contrato permite un servidor J2EE usar un manejador de transacción para manejar las transacciones a través de múltiples manejadores de recursos. Este contrato también soporta las transacciones que se manejan interiormente a un manejador de recursos EIS sin la necesidad de involucrar a un manejador de transacción externo.
 - Un contrato de seguridad que habilita el acceso seguro a un EIS. Este contrato proporciona soporte por un ambiente de aplicación seguro, que reduce las amenazas sobre el EIS y protege los recursos y la información manejado por el EIS.
- **Java Authentication y Authorization Service (JAAS).** JAAS habilita servicios para autenticar y refuerzan el control de acceso de usuarios. Él implementa una versión del standard Pluggable Authentication Module (PAM), y extiende

el control de acceso de la plataforma Java 2 en una forma compatible para soportar autorización basada en usuario.

Muchas de las APIs describen acerca de cómo proporcionar interoperabilidad con los componentes, ésa no es una parte de la plataforma J2EE, tal como un Web externo o servicios CORBA. El esquema 4.4 ilustra los medios de interoperabilidad de los APIS J2EE. (Las direcciones de las flechas indican las relaciones client/server de los componentes.)

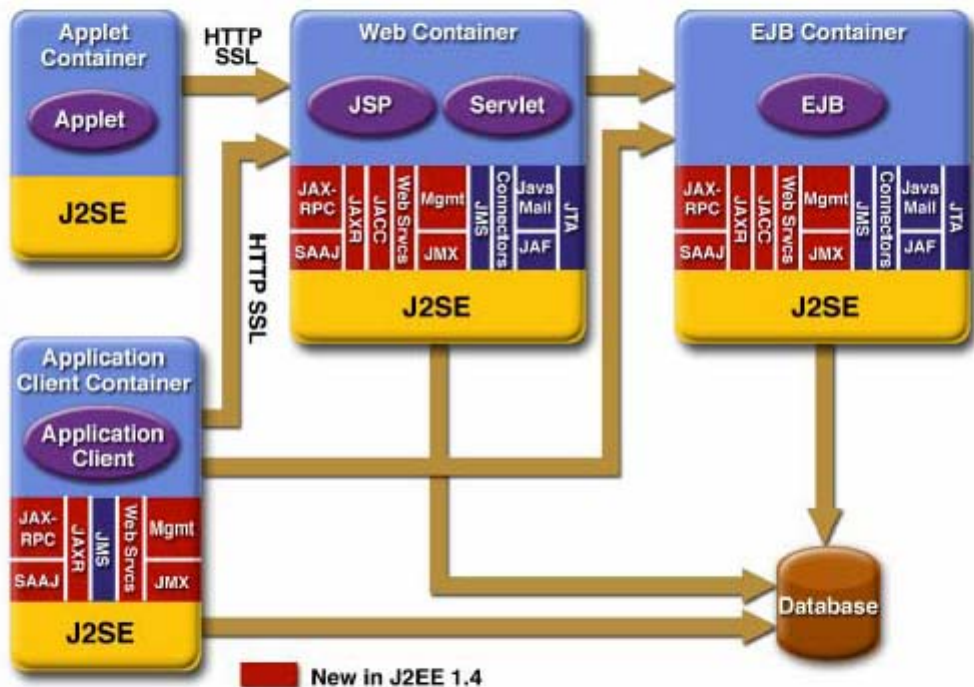


Fig. 2-2 J2EE APIs.

Fuente: J2EE tutorial.

4.6.6 Requisitos del producto

Esta especificación no requiere que un producto J2EE sea implementado por un solo programa, por un servidor, o por una máquina aislada. En general, esta especificación no describe la separación de los servicios o funciones entre las máquinas, servidores, procesos, etc. Un producto J2EE debe poder desplegar

los componentes de aplicación que se ejecutan con la semántica descrita en esta especificación.

Un producto J2EE muy simple, se puede proporcionar como un máquina virtual Java, de tal manera que soporte applets, componentes del web, y Enterprise beans simultáneamente en un container, y que cada aplicación cliente tenga su propio container.

Es muy poco probable que un producto J2EE soporte applets en uno de los browsers populares, clientes de la aplicación con su propia máquina virtual Java, y proporcionará un servidor solo que apoya ambos componentes del Web y Enterprise beans.

Un extremo alto J2EE producto raja los componentes del servidor en servidores múltiples, cada uno del que puede ser distribuido y carga equilibrada por una colección de máquinas. La especificación no prescribe o evita cualquier de estas configuraciones.

4.6.7 Extensión del producto

Esta especificación describe un mínimo conjunto de medios que todo producto J2EE debe proporcionar. Muchos productos J2EE proporcionarán medios más allá del mínimo requerido por la especificación. Esta especificación incluye sólo unos pocos términos sobre las extensiones que debe proporcionar un producto. En particular incluye las mismas restricciones como J2SE sobre extensiones APIs sobre Java. Un producto J2EE no agregaría clases al lenguaje de programación Java, y no agregaría métodos o por otra parte altera las firmas del especificación de clases. Sin embargo, muchas otras extensiones son posibles.

Un producto J2EE proporcionaría:

- APIs Java adicionales, u otro paquete opcional Java, u otro paquete llamado apropiadamente.
- Incluiría soporte para protocolos adicionales protocolos o servicios. Soportaría aplicaciones escritas en otros lenguajes y soportaría conectividad a otras plataformas o aplicaciones.

- Por supuesto, la portabilidad de las aplicaciones, no harán uso de cualquier extensión de la plataforma. Las aplicaciones que no hagan uso de las facilidades no requeridas por la especificación no serán portables.

Dependiendo de la facilidad utilizada, la pérdida de portabilidad podría ser menor o quizás significativa. El documento "Designing Applications with the Java 2 Platform, Enterprise Edition", ayuda a los diseñadores a construir aplicaciones portátiles, y contendrá los consejos necesarios de cómo mejor manejar el uso de la codificación no portátil cuando el uso de tales medios sea necesario.

En suma, se espera que los productos J2EE varíen ampliamente, y de hecho compite, en varios aspectos de calidad de servicio. Diferentes productos proporcionarán diferentes niveles de ejecución, escalabilidad, robustez, disponibilidad, seguridad, etc. En algunos casos la especificación describe el mínimo necesario a nivel de servicio. Futuras versiones de la especificación dejarían que a las aplicaciones describen sus requerimientos en estas áreas.

4.6.8 Roles de la plataforma

Esta sección describe los roles de la plataforma J2EE. Aunque se consideran típicos estos roles, una organización podría ligeramente utilizar roles diferentes para nivelar el desarrollo de la aplicación real de esa organización y el desarrollo del flujo de trabajo.

Algunos subconjuntos de los roles se definen en los documentos EJB, JSP, y Servlet en características técnicas estos roles.

4.6.8.1 J2EE Producto provider

Un proveedor de productos J2EE, generalmente un vendedor de sistemas operativos, sistemas de base de datos, vendedor de servidores de aplicación, o de servicios de servidor de web, implementa un producto J2EE proporcionado los containers y APIs, del componente y otras características definidas en la especificación. Un proveedor de productos J2EE debe proporcionar las J2EE APIs a los componentes de la aplicación a través de los containers. Un proveedor de productos frecuentemente basa su aplicación en una infraestructura existente. El proveedor del producto deberá proporcionar también un mapa de los componentes

de la aplicación para los protocolos de red. Un producto J2EE es libre de llevar a cabo las interfaces que no son especificadas por éste especificación de forma de adaptarse a la aplicación.

El proveedor debe proporcionar las herramientas de manejo y ejecución de la aplicación y herramientas del manejo. La forma de estas herramientas no es prescrita en esta especificación. Componentes del proveedor de la Aplicación.

Hay múltiples roles para el proveedor, incluso diseñar documentos HTML, manuales del programador, diseñadores de Enterprise beans, etc. Estos roles usan herramientas para producir aplicaciones y componentes J2EE.

4.6.8.2 Ensamblador de la aplicación

El Ensamblador de la aplicación toma un juego de componentes desarrollado por el proveedor de los componentes de la aplicación y los concentra en un completa entrega de la aplicación J2EE en la forma que la empresa lo archiva, archivo (.EAR). El ensamblador generalmente usará herramientas GUI proporcionadas por proveedor de la plataforma o del la herramienta. El Ensamblador de la aplicación es responsable de proporcionar instrucciones de ensamble que describan las dependencias externas de la aplicación tal que el lanzador de la aplicación deba resolver en el proceso de despliegue.

4.6.8.3 Deployer

El Deployer, un experto en un ambiente específico, es responsable por desplegar o lanzar las aplicaciones del web y los componentes Enterprise JavaBeans en ese ambiente. El Deployer usa herramientas suministradas por el proveedor para ejecutar el despliegue. El proceso del despliegue es generalmente un proceso de tres fases:

1. Instalación: movimientos de los medios de comunicación del servidor, generan el container adicional específico y las interfaces que habilitan a los containers manejar los componentes de la aplicación, e instala los componentes de la aplicación y las clases adicionales e interfaces en los containers J2EE.

2. Configuración: Resuelve las dependencias externas declaradas por el componente de la aplicación y continúa él ensamblando de la aplicación. Por ejemplo, el Deployer es responsable de mapear los roles de la seguridad definidas por la ensamblador de la

aplicación para el grupo de usuarios y cuentas que existen en el ambiente operacional en el que se despliegan los componentes de la aplicación.

3. Ejecución: poner en marcha la aplicación recientemente instalada y configurada. En algunos casos, un Deployer calificado personalizaría la lógica de los componentes de la aplicación en tiempo de despliegue por usar herramientas proporcionadas con el producto J2EE para escribir codificación relativamente simple que compromete los métodos de los Enterprise beans, o personalizar la apariencia de una página JSP, por ejemplo. El resultado del Deployer serán aplicaciones Web, Enterprise beans, applets, y clientes de la aplicación que se han personalizado por el ambiente operacional y se despliegan en un container específico.

4.6.8.4 Administrador del sistema

El administrador del sistema es responsable por la configuración y administración de la informática en la empresa y la infraestructura de gestión de las redes. El administrador del sistema también es responsable de vigilar el bienestar de las aplicaciones. El administrador del Sistema generalmente usa herramientas de supervisión y herramientas del manejo proporcionadas por el producto J2EE para lograr estas tareas. Las herramientas que el proveedor proporciona se usaron para el desarrollo y empaquetamiento de componentes de la aplicación. Se anticipa una variedad de herramientas, correspondientes a muchos tipos de componentes de la aplicación soportados por la plataforma J2EE. Herramientas independientes de la plataforma se pueden usar en las todas las fases del desarrollo. Herramientas dependientes de la plataforma son utilizadas por despliegue, manejo, y monitoreo de las aplicaciones.

4.6.9 Contratos de la plataforma

Esta sección describe los contratos de la plataforma J2EE que se deben cumplir por el proveedor del producto.

- J2EE API. El J2EE API define el contrato entre los componentes J2EE de la aplicación y la plataforma J2EE. El contrato especifica ambas interfaces, el runtime y despliegue. El proveedor debe implementar las J2EE APIs de cierta forma que soporte la semántica y las políticas descritas en la especificación. El componente de la

aplicación que el proveedor proporcione debe ser conforme a estas APIs y políticas.

- **J2EE SPI.** El J2EE SPI define el contrato entre la plataforma J2EE y los proveedores de servicio que se conectan a un producto J2EE. El conector de la APIs, define las interfaces del proveedor de servicio para integrar los adaptadores del recurso con un servidor de aplicación. Estos componentes del adaptador del recurso se llaman conectores. El proveedor del producto debe implementar el J2EE SPIs en cierta forma que soporte la semántica y las políticas descritas en la especificación. Un proveedor de servicio y proveedor de componentes (por ejemplo, un Conector Provider) debe proporcionar componentes que conformen a estos

4.6.10 Protocolos de la red

Esta especificación define el mapeo de los componentes de la aplicación a protocolos de red standard. El mapeo permite que el cliente acceda a los componentes de la aplicación de sistemas que no han instalado productos específicos J2EE. Se requiere que el proveedor del producto J2EE publique los componentes de la aplicación instalados sobre los protocolos standard. Esta especificación define el mapeo de servlets y JSP compaginan al protocolo HTTP y HTTPS, y el mapeo de EJB a IIOP.

4.6.11 Desarrollando aplicaciones J2EE

Los desarrolladores de aplicaciones J2EE escriben componentes de aplicación. Un componente de aplicación es un modulo que contendor al que se le pueden adicionar interfaces con otros componentes de aplicación. Estos componentes incluyen, aplicaciones cliente, applets, servlets, y Java ServerPa-gestTM; sobre server-side Enterprise JavaBeans.

Los componentes de aplicación son almacenados en archivos del tipo Java Archive (JAR) o Web Archive (WAR), ensamblados sobre una completa aplicación J2EE, y entregada como Enterprise Archive (EAR). El modelo de aplicación de J2EE es muy flexible.

4.6.12 Actualizaciones

Las características actualizadas incluyen el soporte de nuevas plataformas para el Entorno Operativo Solaris, Windows NT, Linux y Windows 2000. También se incorporan mejoras en Application Deploytool, un interfaz gráfico de usuario que facilita el desarrollo y la creación de prototipos. Con Application Deploytool, el diseño interactivo de aplicaciones facilita y acelera el desarrollo con la tecnología J2EE. La tecnología J2EE se puede descargar gratuitamente los ejecutables de la tecnología J2EE en: <http://java.sun.com/j2ee/download.html>

Capítulo 5

Sistema para la Administración de Riesgos Financieros

En los capítulos anteriores se mostraron las teorías correspondientes para la evaluación de Riesgos Financieros y el desarrollo de sistemas. Lo que sigue ahora es desarrollar un sistema para la Administración de Riesgos Financieros mediante el diseño de sistemas.

El método que se usara para la construcción total del sistema, y que fue descrito en el capítulo anterior, es el "método del ciclo de vida para el desarrollo de sistemas". Donde los pasos a seguir son:

- Investigación preliminar
- Determinación de requerimientos
- Diseño o mejoramiento del sistema
- Desarrollo de software
- Implementación y evaluación

Son dos las razones por la que se eligió este método. Primero por que está estructurado por un proceso secuencial de pasos específicos, y segundo por que abarca un panorama más grande de las características que debe tener un sistema de información. Por lo tanto, el resto de este capítulo estará compuesto por los pasos de dicho proceso.

5.1 Investigación preliminar

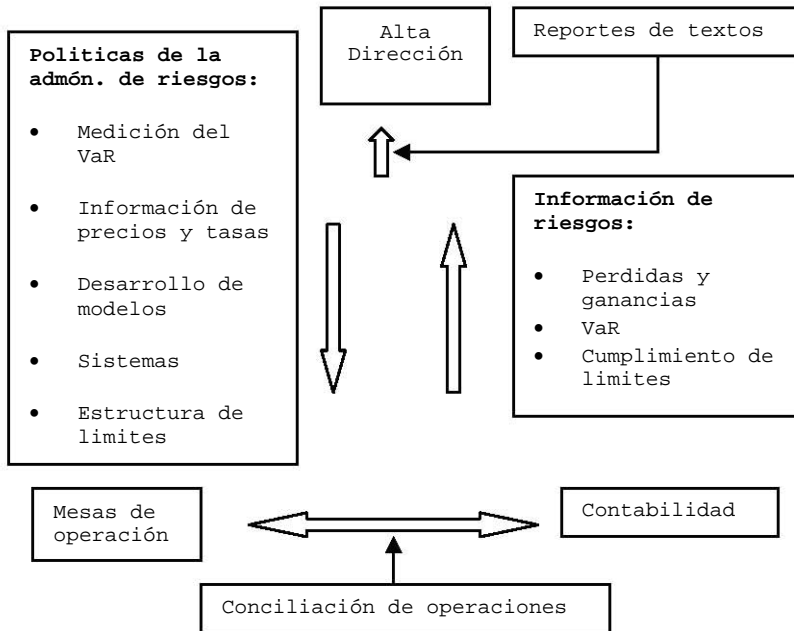
Según lo expuesto en el primer capítulo, el objetivo de la administración de riesgos financieros se puede expresar en dos sentidos:

- Asegurarse de que una institución o inversionista no sufra de pérdidas económicas inaceptables.
- Mejorar el desempeño financiero de dicho agente económico, tomando en cuenta el rendimiento ajustado por riesgo.

Lo anterior se logra entendiendo los riesgos que toman la institución, midiendo dichos riesgos, estableciendo controles de riesgo y comunicando dichos riesgos a los órganos colegiados correspondientes (comité de riesgos o consejo de administración).

El proceso de la administración de riesgos, como se explico en el apartado #, implica en primer lugar, la identificación de riesgos, en segundo su cuantificación y control mediante el establecimiento de limites de tolerancia al riesgo y, finalmente, la modificación de dichos riesgos a través de disminuir la exposición al riesgo o salvaguardar mediante una cobertura.

En el esquema No. 5.1 se presenta un esquema que describe la función primordial de la administración de riesgos financieros: por una parte, la definición de políticas: la medición del VaR, y el desarrollo de modelos, sistemas y estructuras de limites y por otra, la generación de reportes a la alta dirección que permitan observar el cumplimiento de limites, las perdidas y ganancias realizadas y no realizadas. Asimismo, es función de administración y del control de riesgos, la conciliación de posiciones entre las mesas de operación y las tareas contables. A esta última función se le conoce como Middle office.



Esquema No. 5.1: Sistema para la administración de riesgos financieros.

Los sistemas de la administración de riesgos ofrecen una protección esencial contra el riesgo de mercado. El valor en riesgo es un componente importante de tales sistemas dado que permite a las empresas medir y controlar sus riesgos financieros.

Una tendencia reciente es la administración centralizada o global de riesgos. Esta tendencia a la administración global de riesgos esta motivada por dos factores: la exposición a nuevas fuentes de riesgo y la mayor volatilidad de nuevos productos. Con la globalización de los mercados financieros, los inversionistas están ahora expuestos a nuevas fuentes de riesgo. La mayor volatilidad es inducida por un riesgo mayor en algunas variables subyacentes, como los tipos de cambio, o por el diseño de nuevos productos.

Los factores que favorecen los sistemas globales de riesgo son: la diversidad de riesgos, monto de operación de propiedad y Complejidad de los sistemas. Este último hace referencia a un

depositario central para todo el procesamiento operacional, las cotizaciones de precio y el análisis. Como la complejidad del sistema se ha incrementado con el tiempo, esto mantiene la honestidad de los operadores y evita discusiones sobre la valuación apropiada.

Las instituciones han establecido comités para la administración global de riesgos, que reportan directamente a la alta dirección. Estos equipos agregan los riesgos de toda la empresa en una sola medida de VaR que es fácil de comunicar a la alta dirección y a los accionistas. Debido a que operan con independencia de las funciones corporativas del negocio, los administradores de riesgos pueden establecer, y hacer cumplir, límites de posición para los operadores y para las unidades de negocio, las cuales ahora pueden ser evaluadas en términos de su desempeño al margen del riesgo. Por lo tanto, el VaR puede utilizarse como una herramienta para la presentación de información, como una herramienta de asignación de recursos y como una herramienta de evaluación de desempeño.

5.2 Requerimientos del sistema

Actualmente, los programas de software que soportan la operación en los bancos están clasificados dentro de tres áreas:

- *Sistemas operativos*(o sistemas front office), utilizados por los operadores para evaluar y hacer tratos para rastrear las posiciones actales.
- *Sistemas de administración* back office, utilizados para compensar las transacciones(es decir, la validación de las operaciones y la comunicación de las cuentas a ser adeudadas o acreditadas) y considerar las nuevas transacciones en los libros del banco.
- *Sistemas de administración de riesgos*(o sistemas middel office), utilizados por una unidad independiente de control del riesgo para vigilar a los operadores y la exposición global de la institución.

La implementación de un sistema de administración de riesgos globales implica integrar sistemas, software y administración de bases de datos. El diagrama de flujo No. 5.1, el cual representa la implementación sistemática en cada uno de los métodos,

describe la estructura típica de un sistema para la administración de riesgos financieros.

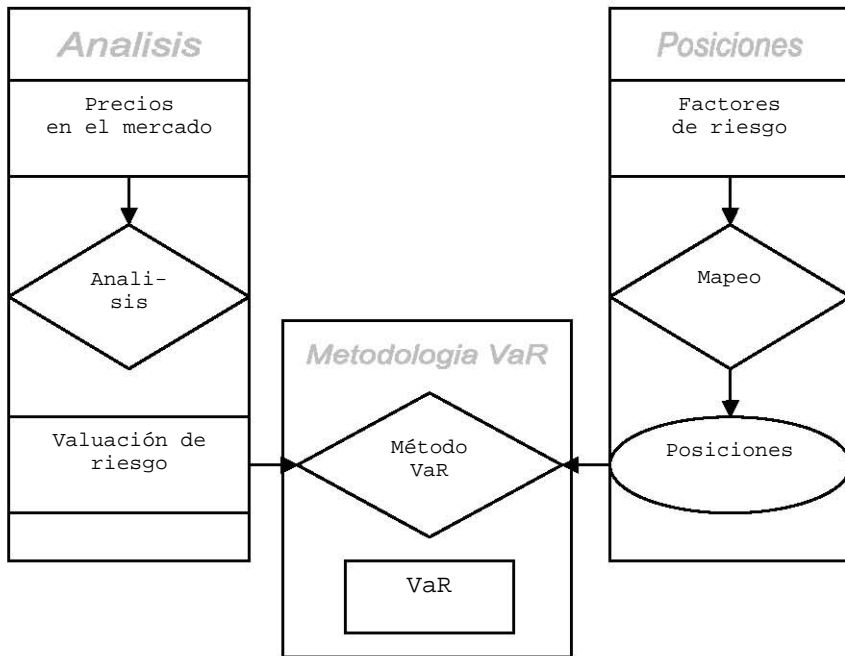


Diagrama de flujo No. 5.1: Sistema para la administración de riesgos financieros.

El diagrama No. 5.1 se compone de tres partes principales. La plataforma analítica recolecta y filtra datos del mercado. Los datos de mercado pueden ser extraídos por sistemas ajenos.

La plataforma de posiciones funge como depositario global para todas las operaciones, las cuales son recibidas de los sistemas operativos y transmitidas por los sistemas de administración, back office, quien las descompone entonces en las posiciones que las constituyen. Este un proceso detallado, dado que los errores en la medición del riesgo. Frecuentemente se quiere simplificar las posiciones complicadas para hacerlas más manejables y por consistencia; los sistemas de medición de riesgos generalmente no pretenden ser utilizados como sistemas de valuación de los operadores.

La plataforma de la administración de riesgos, integra el análisis y las posiciones con un modelo VaR para crear una

medición del riesgo de mercado o de crédito (aunque esta última no es objetivo de desarrollo).

Después de haber decidido la implementación de un sistema de administración de riesgos financieros, un asunto fundamental es determinar si el sistema se desarrolla de forma interna o se compra un sistema externo proporcionado por un vendedor externo. Esta elección determina tanto los costos de operacionales como el nivel de ventaja competitiva. Generalmente, los sistemas internos ofrecen mayor flexibilidad e integración con los sistemas existentes. No obstante, su desarrollo puede ser extremadamente caro; requiere mucho tiempo y, finalmente no hay garantía de que el sistema se termine. En contraste, los paquetes externos ofrecen una funcionalidad inmediata a un costo menor. Generalmente, solo las instituciones grandes que requieren un alto nivel de adaptación necesitan sistemas internos.

Una implementación intermedia consiste de los sistemas "custom made". Este tipo de sistemas son más flexibles, ya que generalmente están escritos bajo generadores de código cuyo costo es más accesible, incluyendo los generadores de código bajo proyectos de código libre. Pero los lenguajes de programación en los que estos sistemas se desarrollan son de alto nivel con tecnologías altamente sofisticadas, tales como: java y C++.

El Diagrama No. 5.1 muestra una tendencia de operación, la cual esta conformada por una serie de pasos de selección, retroalimentación de métodos y datos respectivamente. Ah este sistema se le considerara como el sistema total. Por otro lado, y como ya se menciona en el apartado anterior, el sistema esta integrado por tres subsistemas, que son: la plataforma analítica, la de posiciones y la de administración de riesgos.

El reto es la integración de estos sistemas. La integración implica la automatización del flujo de datos para cada transacción, enviando estas a las unidades de liquidación y de administración de riesgos para que sean verificados y archivados. La integración se hace más fácil por las crecientes capacidades del as estaciones de trabajo o PC's y costos accesibles. Una ventaja de la integración es que la compensación de exposiciones a la misma contraparte es posible solo con un sistema global de reporte. Por otro lado, la integración impone disciplina a los operadores cuyas operaciones son evaluadas a

tiempo de ejecución y asegura que se utiliza una sola fuente para valuar el precio.

La tendencia hacia la integración puede impulsarse con dos desarrollos:

1.- Herramientas orientadas a objetos, que permiten a las empresas desarrollar programas nuevos con parte de los anteriores. Los trozos de la aplicación lógica se construye como objetos separados con funciones bien definidas e interfaces. Los programas se construyen combinando objetos. Los objetos individuales pueden utilizarse en múltiples programas o en el diseño de otros objetos, lo cual acelera el tiempo de desarrollo. Este enfoque es particularmente importante para los derivados, los cuales evolucionan muy rápido y requieren de software muy constantemente. El nuevo software puede construirse entonces con piezas de los programas existentes.

2.- Bases de datos relacionales, son agrupaciones organizadas de partidas de datos, como todas las bases de datos, pero la posibilidad de examinar cuidadosamente grandes montos de datos para información específica. Permiten la ubicación centralizada de las posiciones operativas y pueden accederse datos alimentados a través de una amplia variedad de programas. La interfase con la base de datos relacionales consiste en un lenguaje estándar de comandos. A este lenguaje se le denomina el "Lenguaje Interrogativo Estructurado" (SQL). Este lenguaje permite transferencias fáciles de datos entre diferentes base de datos.

3.- La flexibilidad es el requerimiento esencial de tales sistemas. Con productos financieros en evolución continua, los cambios pueden asimilarse reescribiendo módulos específicos en lugar de reconstruir los programas completos. La flexibilidad también garantiza que los cambios posteriores requieran solo ajustes menores.

4.- El monitoreo es necesario para la administración correcta de un sistema para la administración de riesgos de financieros. Este debe de dar la correcta interfaz y accesibilidad al sistema para el uso del mismo. Una opción para el monitoreo, esta basado en la arquitectura cliente-servidor, la cual está basada sobre un protocolo de comunicación denominado TCP/IP que permite la comunicación entre cualquier par de computadoras de cualquier fabricante.

Las características de la arquitectura cliente-servidor son:

- Despliegue de la información personal
- Organización distribuida en grupos de trabajo
- Programas y datos compartidos
- Recursos compartidos
- Crecimiento incremental y estructurado
- Agilización de la comunicación: correo electrónico, transferencia de datos y documentos
- Racionalización del cableado

Algunos de los términos que se encuentran generalmente en las descripciones de las aplicaciones y productos cliente / servidor son:

Interfaz de programas de aplicación (API siglas en ingles): Son un conjunto de funciones y programas de llamada que permiten comunicarse a clientes y servidores.

Cliente: El que solicita información a la red, generalmente una PC o estación de trabajo, y que puede consultar bases de datos u otra información del servidor.

Middleware: Un conjunto de controladores, API u otro software que mejora la conectividad entre las aplicaciones de cliente y un servidor.

Conexión con la base de Datos Relacional: Una base de datos en donde el acceso a la información esta limitado por la selección de filas que satisfacen todos los criterios de búsqueda.

Servidor: Es una computadora, generalmente una estación de trabajo muy potente, un mini computador o un mainframe, que contiene información para que los clientes de red puedan manipularla.

Las máquinas cliente ofrecen una interfaz muy amigable para el usuario final. El cliente presenta, en general, un tipo de interfaz gráfica que es más cómoda para los usuarios.

En un entorno cliente-servidor, cada servidor ofrece una serie de servicios de usuario compartidos a los clientes. El tipo más común de servidor es el servidor de base de datos que permite el acceso a los clientes y el uso de un sistema de computación para gestionar la base de datos.

La diferencia de una configuración cliente-servidor de cualquier otro distribuido normal y corriente es una serie de características:

Hay una gran confianza en depositar aplicaciones amigables para los usuarios en sus propios sistemas. Esto da a los usuarios un alto grado de control sobre la medida del tiempo y el estilo de utilización del computador y ofrece a los directores de departamentos la posibilidad de responder a sus necesidades locales.

Al mismo tiempo que las aplicaciones se dispersan se produce un énfasis en la centralización de las bases de datos corporativas y de muchas funciones de utilidad y de gestión de la red. Esto habilita una gestión corporativa para mantener un control global de la inversión total en sistemas de información e informática y, además permite una gestión corporativa que ofrezca interoperatividad, de manera que los sistemas queden vinculados. Al mismo tiempo, alivia a los departamentos individuales y divisiones de gran parte de la carga de mantener servicios de computación, permitiéndoles elegir cualquier tipo de máquina e interfaz que necesitan para acceder a los datos y a la información.

Existe un compromiso, tanto por parte de las organizaciones de usuarios como de los fabricantes, hacia los sistemas abiertos y modulares. Esto significa que los usuarios disponen de ofertas mejores en la elección de productos y en la combinación de equipos de varios fabricantes.

El trabajo en red es fundamental para la operación. De este modo, la gestión y seguridad de la red tienen una prioridad alta en la organización y operación de los sistemas de información.

Desde el punto de vista de los inversionistas, el acceso a la red es más cómodo que el contacto convencional con instituciones intermediarias, ya que puede conseguir la información en cualquier momento y desde cualquier lugar. Además los informes analíticos pueden ser descargados por los usuarios para sus propios modelos de análisis.

5.- Reportes: La necesidad de generar reportes debe ser por medio de los formatos clásicos de información y de asignación a diferentes usuarios.

5.3 Diseño o mejoramiento del sistema

Como resumen de la sección anterior, se ha descrito las necesidades que un sistema para la administración de riesgos financieros debe tener. Este sistema se encuentra constituido por tres plataformas, que son: la analítica, la de posiciones y la de administración de riesgos. Asimismo se da la necesidad de integrar dichas plataformas. La integración esta dado por una tendencia orientada ha objetos y una base de datos relacional.

Por otro lado, el diagrama No. 5.1 forma un sistema total y cada plataforma constituye un subsistema componente elemento del sistema total. Por lo tanto, es conveniente identificar la estructura de cada subsistema y aislarlos como entidades ajenas pero relacionadas entre si y, bajo una estructura orientada ha objetos.

En los capítulos anteriores se han mostrado las metodologías existentes para la cuantificación del riesgo de mercado. Dichas metodologías y la prueba de backtesting pueden ser descritas mediante un proceso sistemático, es decir, cada método hace uso de entradas, i.e., los precios en el mercado. Posteriormente las entradas son procesadas, i.e., el cálculo analítico correspondiente a cada método. Y por ultimo, las salidas o resultados, i.e., el valor numérico calculado y gráficos correspondientes.

Cada una de las metodologías responde a un diagrama de flujo. A continuación se muestran los diagramas correspondientes a cada método.

El método Delta-Normal responde al diagrama No. 5.2:

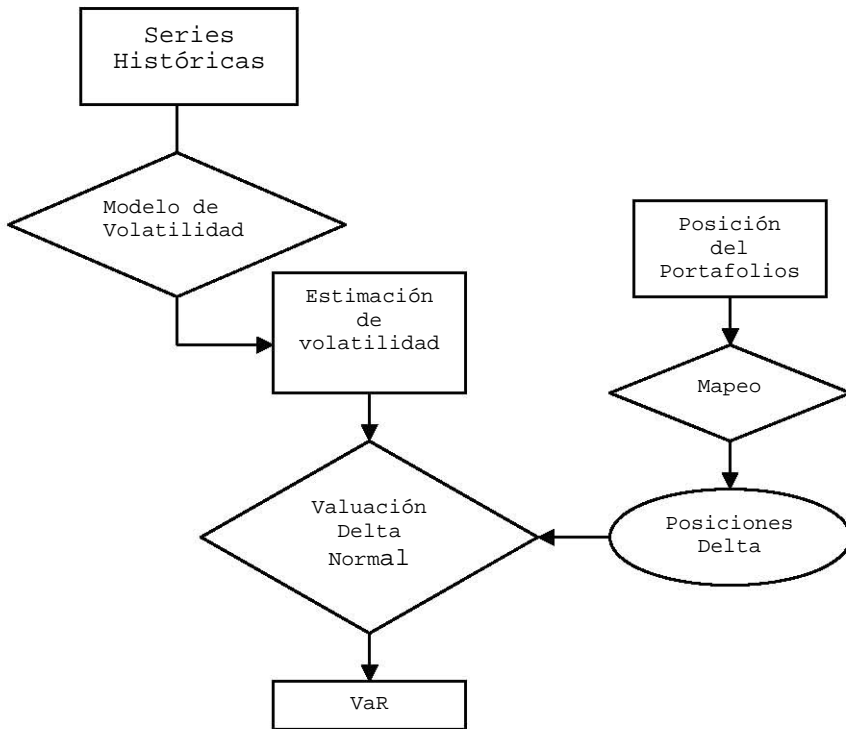


Diagrama No. 5.2: Diagrama de flujo para el método Delta-Normal

El método de Simulación histórica responde al diagrama No. 5.3:

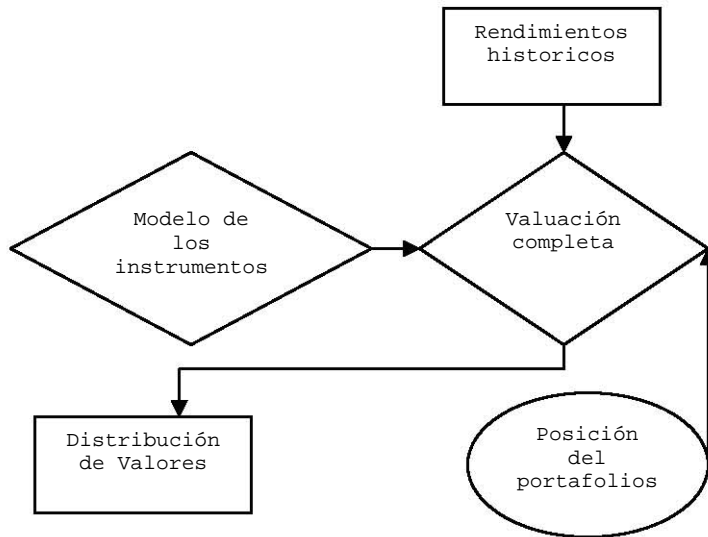


Diagrama No. 5.3: Diagrama de flujo para el método Delta-Normal

El método de Simulación Montecarlo responde al diagrama No. 5.4:

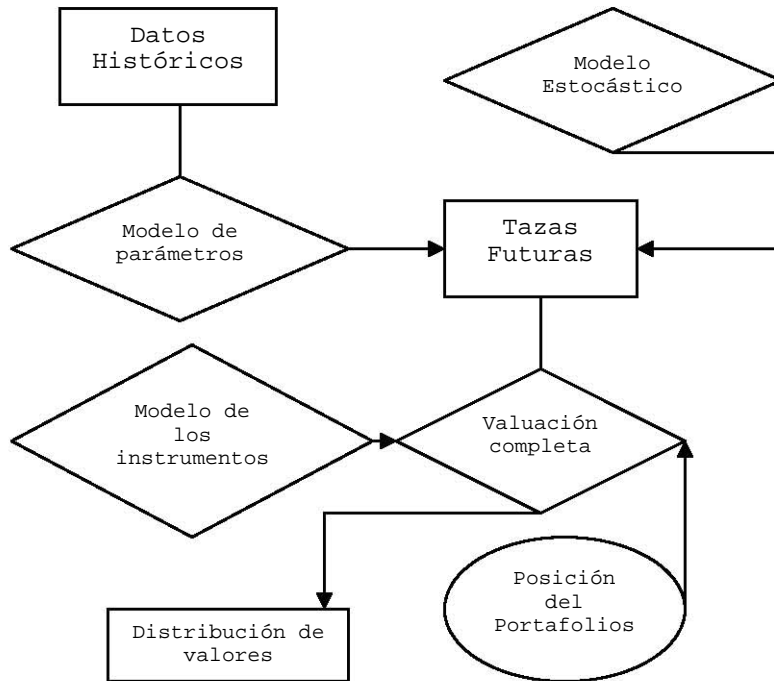
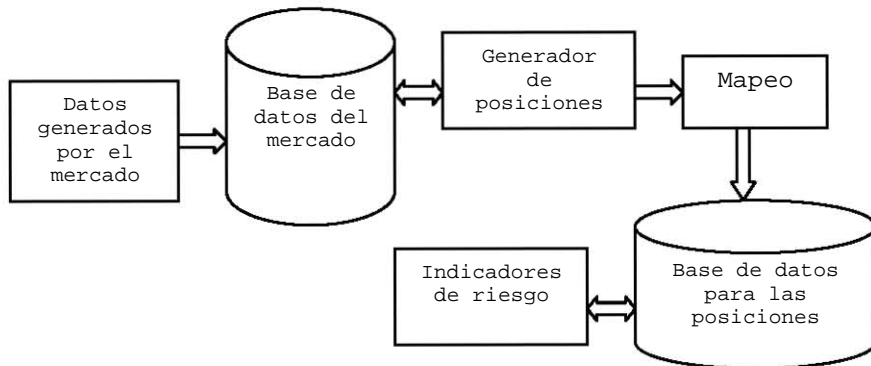


Diagrama No. 5.4: Diagrama de flujo para el método Delta-Normal

Cada uno de los diagramas responde, de manera particular a cada método del VaR, a la versión integral de las tres plataformas. Así entonces, la versión sistemática que marca las pautas entre la interacción de las tres plataformas, y por ende, a la integración del diagrama No. 5.1, está dado por el siguiente esquema:



Esquema No. 5.2: Esquema integrado del sistema para la Administración de Riesgos Financiero.

El esquema No. 5.2, representa, como ya se mencionó, la integración de las tres plataformas que integran un sistema para la administración de riesgos financieros. Por otro lado, el esquema No. 5.1 puede ser integrado por un sistema "Custom made", el cual se caracteriza por la sincronía con sistemas desarrollados por otros fabricantes y sistemas desarrollados por las propias instituciones financieras.

El esquema No. 5.2, puede ser desarrollado por medio de un proceso de dos fases:

Fase uno: Del componente "Datos generados por el mercado" hasta la componente "Base de datos del mercado" del esquema No. 5.2, el sistema total puede estar a cargo por un sistema desarrollado por otro fabricante, tales como: Bloomberg, Reuters y RiskData. Dichos sistemas estarían encargados de suministrar los datos registrados en el mercado para después ponerlos a disposición de la institución financiera.

Fase dos: Del componente "Generador de posiciones" hasta "Indicadores de riesgo", el sistema puede estar a cargo de la propia institución y cumplir con las necesidades descritas en la sección 5.2.

De igual forma, la fase 2, puede estar estructurada por un subproceso. Ya que la fase dos debe cumplir con las características de herramientas orientadas a objetos, base de datos relacionales, flexibilidad, monitoreo y capacidad de

generar reportes, entonces entra la búsqueda de la mejor elección para resolver las necesidades ya antes mencionadas.

Actualmente, las tecnologías que pueden entrar en competencia para el desarrollo de la fase dos, con respecto a las herramientas orientada a objetos son: Visual.net (desarrollado por Microsoft), C++ (desarrollado por investigadores de IBM) y Java (desarrollado por Sun Microsystems).

Estas tecnologías, son consideradas como lenguajes de programación orientada a objetos. Asimismo, estos lenguajes de programación se han desarrollado significativamente. Sin embargo, el lenguaje C ha sido la base para cada uno de las tres tecnologías anteriores. Inicialmente C fue desarrollado como un lenguaje estructurado y posteriormente fue extendido hacia la programación orientada a objetos, la cual se bautizo como C++. De igual forma, Visual Basic fue desarrollado como un lenguaje estructurado para que después sea extendido hacia la versión orientada a objetos, que es visual.net. Y Por ultimo, Java es un proyecto por parte de SUN microsystems que fue un lenguaje basado en C++, pero con características particulares, tales como la portabilidad.

Cada lenguaje mantiene sus ventajas y desventajas pero Java se ha desarrollado de tal forma que mantiene una gama de tecnologías relacionadas con el lenguaje, tales como: la tecnología móvil, desarrollo Web, tarjetas electrónicas y mas...

La ventaja competitiva de Java, es que es un lenguaje mucho más flexible que C++ y más poderoso que visual.net. Para el lenguaje C++, se requieren demasiadas líneas de código para generar una aplicación, aunque es mas ligero que Java en cuanto uso de recursos se refiere. Pero Java, ha diferencia que C++, es mas flexible en el sentido que respeta mas las condiciones de una filosofía de un lenguaje de programación orientada a objetos, dando como resultado, un lenguaje mas organizado y sencillo en la manera programar.

La comparación entre visual.net y Java, es que visual.net ha sido una copia muy ligera de java, pues este no mantiene el poder de desarrollo que java puede generar. Esto debido a que visual.net no es altamente tipificado como java, lo cual da como resultado, menos recursos en cuanto a lenguaje de programación se refiere.

Otra ventaja competitiva de Java, es que cuenta con la plataforma J2EE; que ya fue explicada todas sus componentes y alcances.

Existen otro tipo de tecnologías que aunque no hacen uso de programación orientada ha objeto, son altamente funcionales en cuanto operaciones y procesos matemáticos se refieren. Las tecnologías que destacan en el área de estadística son: SAS, s-plus y R. Para cálculos matemáticos y desarrollo de aplicaciones más generales, las tecnologías que destacan son: Mathematica, Maple y Matlab.

Las tres tecnologías tienen su propio lenguaje de programación, soportan la conexión con bases de datos y la conexión con java, C++ y visual.net. Pero una ventaja que resalta en Matlab, es que tiene un enfoque más técnico, a diferencia de Maple y Mathematica que tienen un enfoque más científico. Por lo tanto, Matlab es más versátil para elaborar aplicaciones y realizar las operaciones matemáticas en la fase dos del sistema deseado. La única desventaja de Matlab sobre Matemática y Maple, es que no se puede manejar la programación simbólica, la cual hace que hace que las aplicaciones sean más fáciles al programar. Pero Matlab tiene un lenguaje de programación orientado a las operaciones matriciales, por lo que hace que se generalice el uso de datos en las aplicaciones y operaciones matemáticas.

La tabla No. 5.1 generaliza el ajuste de las tecnologías con base a los requerimientos.

Componentes	Visual Basic	C++	Java	Matlab
Calculo del VAR	Aplicación nativa	Aplicación nativa	Aplicación nativa	Aplicación nativa
Conexión con base de datos	Por ODBC	Por ODBC	Por JDBC	Toolbox Database
Conexión con hojas de calculo	Por Active X	Por Active X	Por Active X	Excel link
Portabilidad	Solo Windows	Compilación nativa	Compilación nativa	Multiplataforma
Capacidad de reportes	Aplicación Nativa	Aplicación Nativa	Aplicación nativa	Matlab reporter





Desarrollo Web	Requiere Desarrollo externo	Requiere Desarrollo Externo		Web server (Solo windows NT y linux en Kernel 1.1)
Velocidad de compilación				Operaciones matriciales
Costos por usuarios en stand alone	No	No	No	Si, funge como servidor
Costos por usuarios en Web	No	No	No	No

Tabla No. 5.1: Referencias de las tecnologías.

En la tabla se establece que las cuatro tecnologías cumplen con las necesidades del sistema para la administración de riesgos financieros en la fase dos. Pero la elección se ha montado sobre Java para las plataformas correspondientes a las posiciones y analítica, y Matlab para el cálculo de VaR. Esta elección es con base a las ventajas, y que ya fueron explicadas, que Java tiene sobre C++ y visual.net. Y de igual forma, se ha elegido a Matlab por su ventaja técnica que presenta ante Mathemática y Maple.

Con base a las consideraciones anteriores, se comienza ha identificar y desarrollar, con base a los recursos de la tecnología J2EE, todas las componentes que van a intervenir en la fase dos.

Dado la necesidad del monitoreo, la fase dos estará estructurado a un sistema de información con base en la arquitectura cliente-servidor (si/c-s). Este tipo de arquitecturas definen el papel que realiza un cliente que requiere un servicio y el papel del servidor que proporciona un servicio.

Acorde a la tecnología J2EE, el monitoreo se puede desarrollar mediante el modelo multinivel, esto, para que soporte el servicio a multiusuarios. De igual forma, se debe hacer uso de la tecnología Enterprise JavaBeans (EJB). Recordando que esta última es una tecnología que proporcionan un modelo de componentes distribuido estándar para el lado del servidor.

Dado la forma funcional del sistema, el sistema debe tener un EJB del tipo de sesión sin estado. Los beans de sesión sin estado son objetos distribuidos que carecen de estado asociado permitiendo por tanto que se los acceda concurrentemente.

Asimismo habilita los servicios Java Authentication y Authorization Servicios para autenticar y refuerzan el control de acceso de usuarios. Se implementara una versión del standard Pluggable Authentication Module (PAM), para el control de acceso de la plataforma Java 2 en una forma compatible para soportar autorización basada en usuario.

Otra característica necesaria será un EJB de persistencia gestionada, encargado, mediante una base de datos u otro mecanismo, de almacenar y recuperar los datos a los que se refiere.

Para la base de datos relacionales, la elección radica en un manejador pueda establecer conexión mediante los drives JDBC. El sistema postgres es un manejador de código libre que es multiplataforma y con alta conectividad con Java.

Las rutinas JDBC solo están encargadas de mantener la comunicación con la base de datos pero el encargado de su administración será por medio de Postgres.

Por otro lado, los EJB pueden correr solo si el servidor soporta dicha tecnología. De esta forma, se elige uno de los servidores mas populares que soportan EJB, el servidor Tomcat de Apache, el cual es altamente funcional y con licencia de código libre.

Ahora que se sabe quien son los encargados de la administración de datos (Postgres) y la interconexión web, ahora se debe establecer la conexión con Matlab quien se encargue de hacer los cálculos matemáticos.

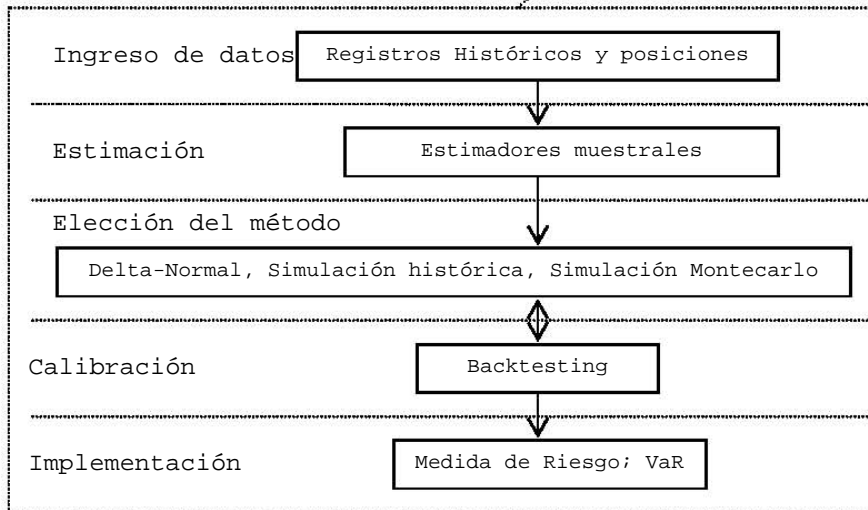
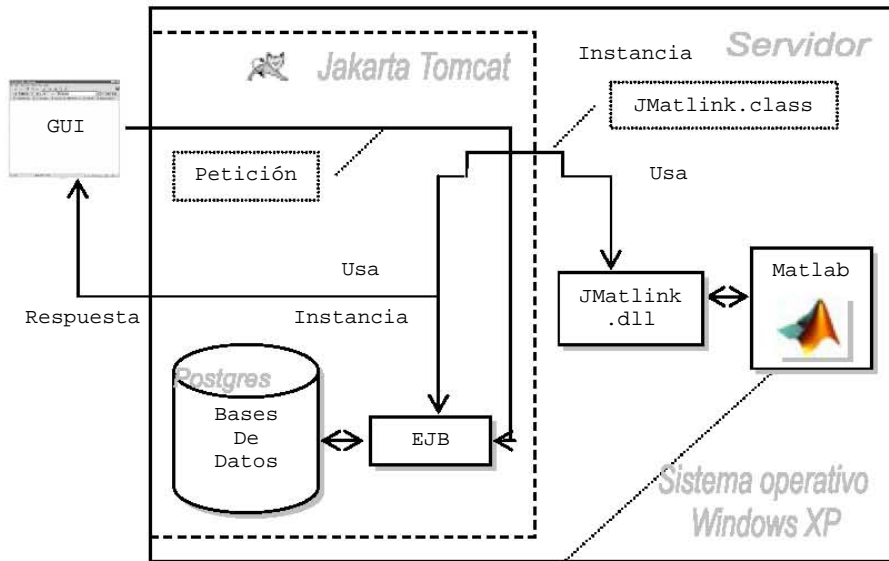
En resumen se han identificado los subsistemas que conforman el sistema total. Tomcat de apache como el servidor Web, la tecnología J2EE para la estructura de comunicación entre los subsistemas componentes, Postgres como administrador de bases de datos y Matlab como el encargado de los cálculos matemáticas.

Los EJB de extensión hace la instancia a la clase JMatlink.class, la cual, mediante métodos públicos, hace que Matlab reciba la petición a rutinas propias. Para que Java y Matlab se conecten es necesario el uso del archivo jmatlink.dll, que es una librería de precompilada para el sistema operativo Windows, y en ella se tienen las referencias correspondientes a métodos nativos escritos en C que hacen la conexión directa entre Java y Matlab.

Por ultimo, el usuario debe tener una interfaz que le ayude a realizar cualquier proceso permitido en el sistema. Así entonces, el desarrollo de una interfaz de usuario debe ser construido por medio el paquete swing. La conectividad de la interfaz con el EJB, será por medio de un contenedor, una clase de implementación Java, dos interfaces home y remota, el protocolo IIOP y recursos CORBA.

Es así entonces que las necesidades predefinidas en la fase dos son cubiertas, ya que la lógica de operación, metodologías del VaR y datos históricos están contemplados.

El esquema No. 5.3 muestra el proceso general del sistema.



Esquema No. 5.3: Sistema integrado de la fase 2.

Ya teniendo la conexión entre Java y Matlab, entonces el subproceso matemático del VaR es realizado dentro de Matlab, cuyos pasos son:

- Ingreso de datos
- Estimación
- Elección del método
- Calibración
- Implementación

El subproceso del VaR está construido por un conjunto de programas escritos en lenguaje Matlab, los cuales son:

- Rendimenti
- Ewmacorr
- deltavar
- simulvar
- montevar
- deltaback
- simulback
- monteback

En el siguiente apartado, se da mas detalle de estas funciones. Ahora se muestran cada uno de los subprocesos implementados en Matlab. Cada subproceso esta en base a cada uno de los métodos para calcular el VaR.

En el diagrama No. 5.4 se muestra el proceso implementado en Matlab para el cálculo del VaR correspondiente al método Delta-Normal.

Cada cuadro representa una unidad de información, que son:

1: Matriz de Precios en el mercado
2: Matriz de Factores de Riesgo
3: Matriz de tipo de cambio
4A: Opción a Rendimientos absolutos
4B: Opción a Rendimientos logarítmicos
5: Factor de decaimiento
6: Horizonte de tiempo y nivel de tolerancia
7: Vector de correspondencia entre activos y factores de riesgo
8: Vector de correspondencia entre activos y de cambio
9: Valor del portafolio
10: Vector de valores actuales en los precios
11: Matriz de rendimientos en los precios
12: Matriz de rendimientos en los factores de riesgo
13: Vector de valores actuales en los factores de riesgo
14: Vector de valores actuales en los tipos de cambio
15: Vector de coeficientes delta
16: Vector de las desviaciones estándar para factores de riesgo
17: Matriz de Correlaciones en los factores de riesgo
18: Matriz de Covarianzas en los factores de riesgo
dvar: El VaR para cada instrumento financiero
dvarp: El VaR del portafolio
Rendimenti: Función de Matlab para obtener 10, 11, 12, 13, 14
ewcorr: Función de Matlab para obtener 15, 16, 17, 18

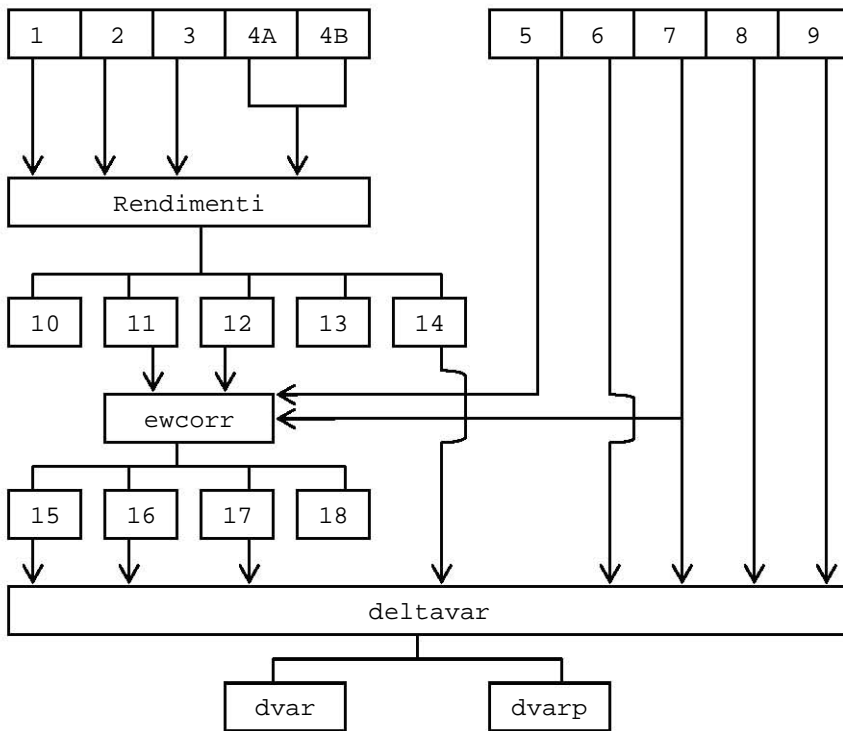


Diagrama No. 5.4: Diagrama correspondiente al método Delta-Normal

En el diagrama No. 5.5 se muestra el proceso implementado en Matlab para el cálculo del VaR correspondiente al método simulación histórica.

Cada cuadro representa una unidad de información, que son:

- 1: Matriz de Precios en el mercado
- 2: Matriz de Factores de Riesgo
- 3: Matriz de tipo de cambio
- 4A: Opción a Rendimientos absolutos
- 4B: Opción a Rendimientos logarítmicos
- Fr: Opción a mapeo sobre los factores de riesgo
- Pr: Opción a mapeo sobre los precios
- 5: Factor de decaimiento
- 6: Horizonte de tiempo y nivel de tolerancia
- 7: Vector de correspondencia entre activos y factores de riesgo
- 8: Vector de correspondencia entre activos y de cambio
- 9: Valor del portafolio
- 10: Vector de valores actuales en los precios
- 11: Matriz de rendimientos en los precios
- 12: Matriz de rendimientos en los factores de riesgo
- 13: Vector de valores actuales en los factores de riesgo
- 14: Vector de valores actuales en los tipos de cambio
- 14: Vector de valores actuales en los tipos de cambio
- 15: Vector de coeficientes delta
- 16: Vector de las desviaciones estándar para factores de riesgo
- 17: Matriz de Correlaciones en los factores de riesgo
- 18: Matriz de Covarianzas en los factores de riesgo
- simulvar: VaR del portafolio por simulación histórica
- Rendimenti: Función de Matlab para obtener 10, 11, 12, 13, 14
- ewcorr: Función de Matlab para obtener 15, 16, 17, 18

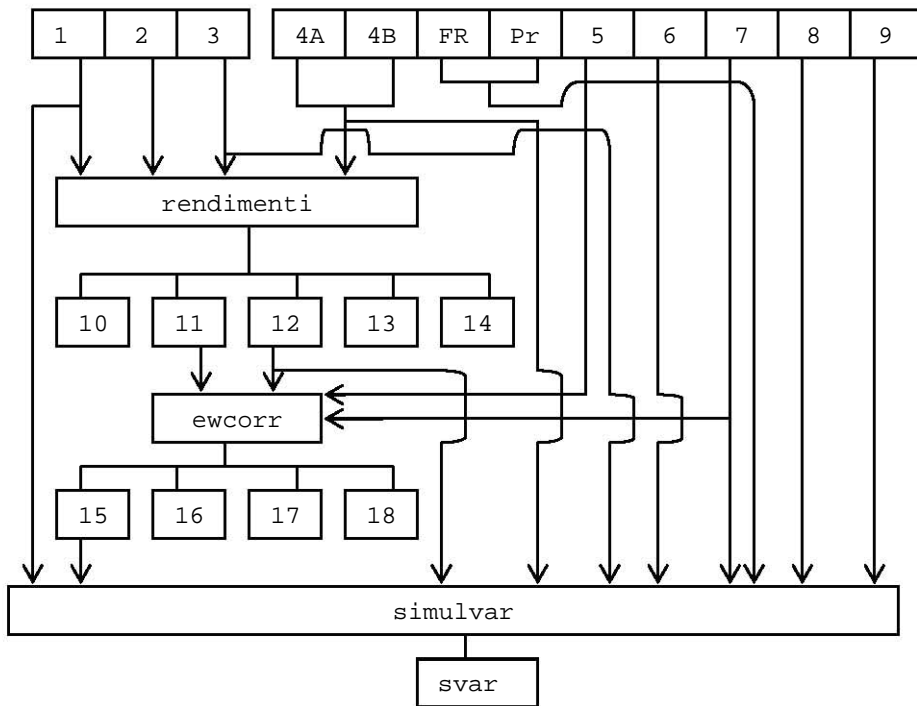


Diagrama No. 5.5: Diagrama correspondiente al método Simulación histórica.

En el diagrama No. 5.6 se muestra el proceso implementado en Matlab para el cálculo del VaR correspondiente al método simulación Montecarlo.

Cada cuadro representa una unidad de información, que son:

1: Numero de simulaciones
1: Matriz de Precios en el mercado
2: Matriz de Factores de Riesgo
3: Matriz de tipo de cambio
4A: Opción a Rendimientos absolutos
4B: Opción a Rendimientos logarítmicos
ML: Opción a modelo lineal
Ml: Opción a modelo logarítmico
5: Factor de decaimiento
6: Horizonte de tiempo y nivel de tolerancia
7: Vector de correspondencia entre activos y factores de riesgo
8: Vector de correspondencia entre activos y de cambio
9: Valor del portafolio
10: Vector de valores actuales en los precios
11: Matriz de rendimientos en los precios
12: Matriz de rendimientos en los factores de riesgo
13: Vector de valores actuales en los factores de riesgo
14: Vector de valores actuales en los tipos de cambio
14: Vector de valores actuales en los tipos de cambio
15: Vector de coeficientes delta
16: Vector de las desviaciones estándar para factores de riesgo
17: Matriz de Correlaciones en los factores de riesgo
18: Matriz de Covarianzas en los factores de riesgo
montevar: VaR del portafolio por simulación Montecarlo
Rendimenti: Función de Matlab para obtener 10, 11, 12, 13, 14
ewcorr: Función de Matlab para obtener 15, 16, 17, 18

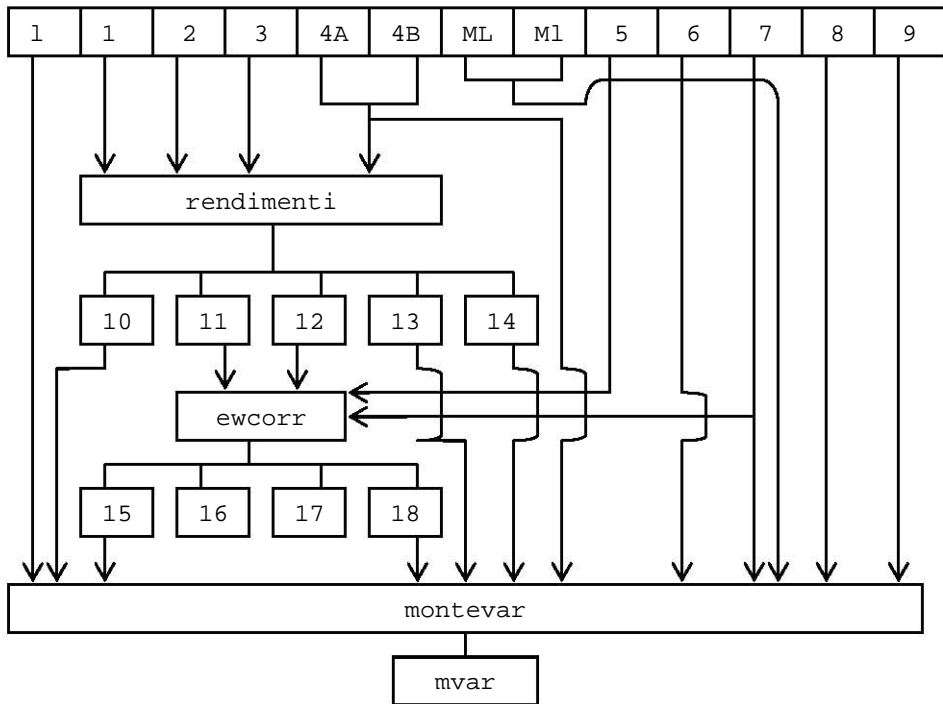


Diagrama No. 5.6: Diagrama correspondiente al método de simulación Montecarlo.

En el diagrama No. 5.7 se muestra el proceso implementado en Matlab para el cálculo del VaR correspondiente al Backtesting para el método Delta-Normal.

Cada cuadro representa una unidad de información, que son:

1: Matriz de Precios en el mercado
2: Matriz de Factores de Riesgo
3: Matriz de tipo de cambio
4A: Opción a Rendimientos absolutos
4B: Opción a Rendimientos logarítmicos
CA: Numero de datos para el calculo del VaR
DA: Numero de días a calcular
5: Factor de decaimiento
p: Horizonte de tiempo y nivel de tolerancia
7: Vector de correspondencia entre activos y factores de riesgo
8: Vector de correspondencia entre activos y de cambio
9: Valor del portafolio
X: Opción de mapeo sobre los factores de riesgo
D: Opción de mapeo sobre los factores de riesgo
10: Vector de valores actuales en los datos
11: Matriz de rendimientos en los precios
12: Matriz de rendimientos en los factores de riesgo
13: Vector de valores actuales en los factores de riesgo
14: Vector de valores actuales en los tipos de cambio
15: Vector de coeficientes delta
16: Vector de las desviaciones estándar para factores de riesgo
17: Matriz de Correlaciones en los factores de riesgo
18: Matriz de Covarianzas en los factores de riesgo
Rendimenti: Función de Matlab para obtener 10, 11, 12, 13, 14
ewcorr: Función de Matlab para obtener 15, 16, 17, 18

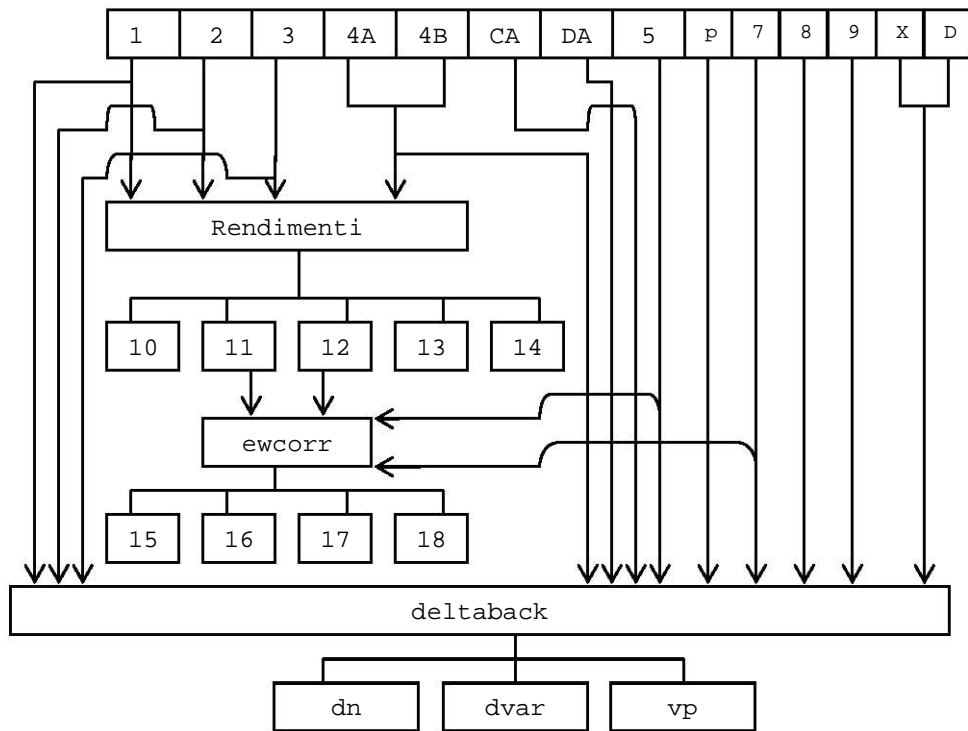


Diagrama No. 5.7: Diagrama correspondiente al Backtesting para el método Delta-Normal.

En el diagrama No. 5.8 se muestra el proceso implementado en Matlab para el cálculo del VaR correspondiente Backtesting para el método Simulación Histórica.

Cada cuadro representa una unidad de información, que son:

1: Matriz de Precios en el mercado
2: Matriz de Factores de Riesgo
3: Matriz de tipo de cambio
4A: Opción a Rendimientos absolutos
4B: Opción a Rendimientos logarítmicos
Fr: Opción a mapeo sobre los factores de riesgo
Pr: Opción a mapeo sobre los precios
CA: Numero de datos para el calculo del VaR
DA: Numero de días a calcular
5: Factor de decaimiento
p: Horizonte de tiempo y nivel de tolerancia
7: Vector de correspondencia entre activos y factores de riesgo
8: Vector de correspondencia entre activos y de cambio
9: Valor del portafolio
X: Opción de mapeo sobre los factores de riesgo
D: Opción de mapeo sobre los factores de riesgo
10: Vector de valores actuales en los precios
11: Matriz de rendimientos en los precios
12: Matriz de rendimientos en los factores de riesgo
13: Vector de valores actuales en los factores de riesgo
14: Vector de valores actuales en los tipos de cambio
15: Vector de coeficientes delta
16: Vector de las desviaciones estándar para factores de riesgo
17: Matriz de Correlaciones en los factores de riesgo
18: Matriz de Covarianzas en los factores de riesgo
Rendimenti: Función de Matlab para obtener 10, 11, 12, 13, 14
ewcorr: Función de Matlab para obtener 15, 16, 17, 18

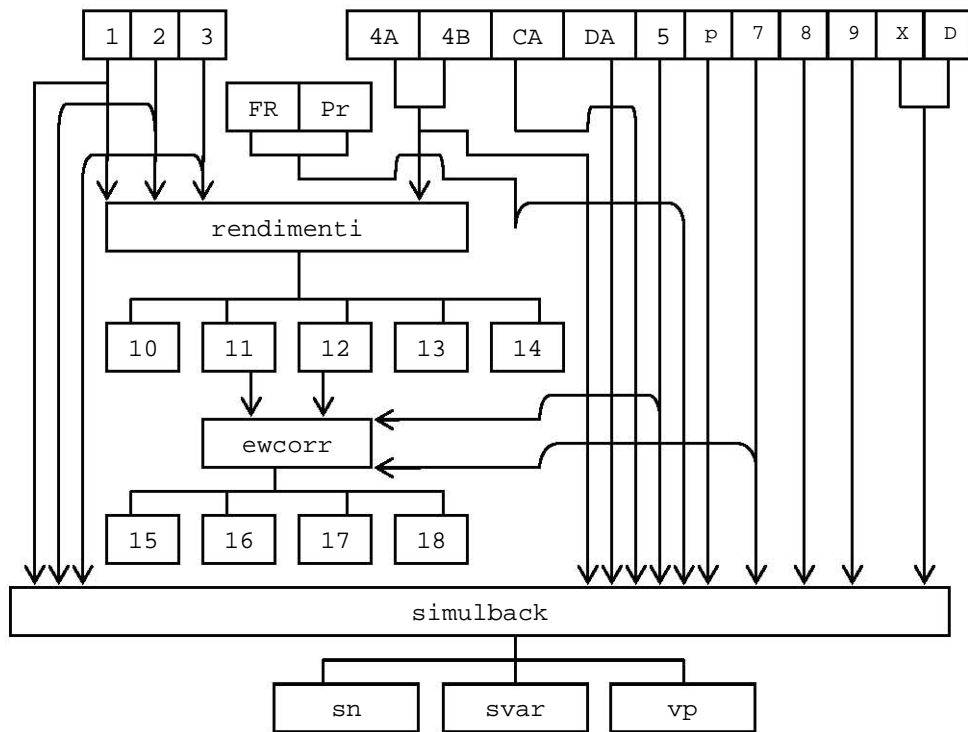


Diagrama No. 5.8: Diagrama correspondiente al Backtesting para el método de Simulación histórica.

En el diagrama No. 5.9 se muestra el proceso implementado en Matlab para el cálculo del VaR correspondiente Backtesting para el método de simulación Montecarlo.

Cada cuadro representa una unidad de información, que son:

1: Matriz de Precios en el mercado
2: Matriz de Factores de Riesgo
3: Matriz de tipo de cambio
ML: Opción a modelo lineal
Ml: Opción a modelo logarítmico
4A: Opción a Rendimientos absolutos
4B: Opción a Rendimientos logarítmicos
CA: Numero de datos para el calculo del VaR
DA: Numero de días a calcular
5: Factor de decaimiento
p: Horizonte de tiempo y nivel de tolerancia
7: Vector de correspondencia entre activos y factores de riesgo
8: Vector de correspondencia entre activos y de cambio
9: Valor del portafolio
X: Opción de mapeo sobre los factores de riesgo
D: Opción de mapeo sobre los factores de riesgo
10: Vector de valores actuales en los precios
11: Matriz de rendimientos en los precios
12: Matriz de rendimientos en los factores de riesgo
13: Vector de valores actuales en los factores de riesgo
14: Vector de valores actuales en los tipos de cambio
15: Vector de coeficientes delta
16: Vector de las desviaciones estándar para factores de riesgo
17: Matriz de Correlaciones en los factores de riesgo
18: Matriz de Covarianzas en los factores de riesgo
Rendimenti: Función de Matlab para obtener 10, 11, 12, 13, 14
ewcorr: Función de Matlab para obtener 15, 16, 17, 18

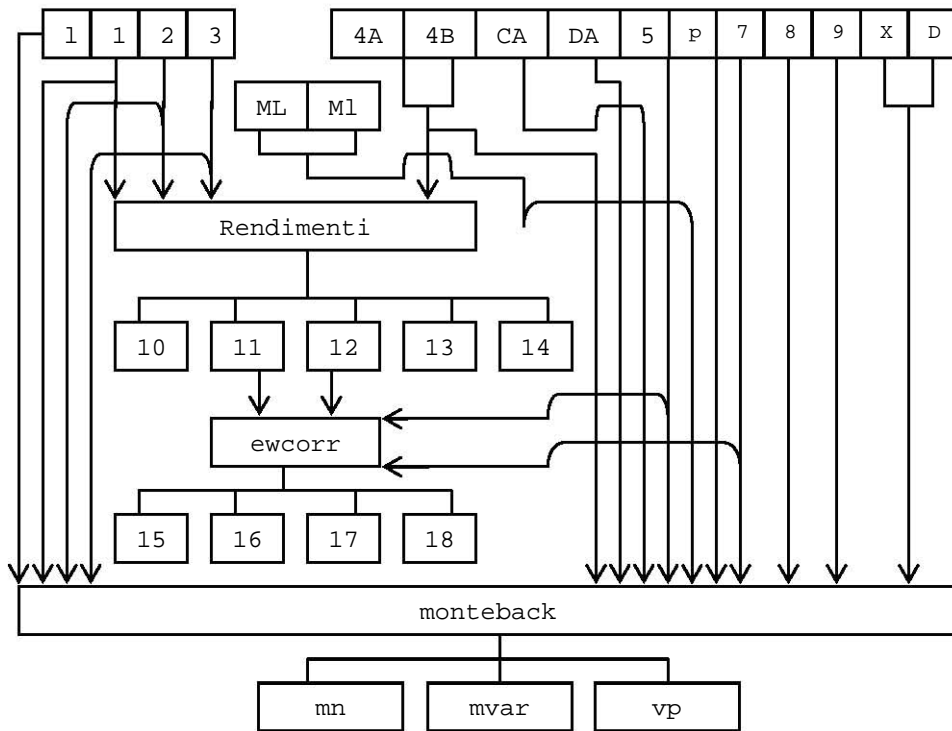


Diagrama No. 5.9: Diagrama correspondiente al Backtesting para el método de simulación Montecarlo.

5.4 Desarrollo del sistema

El desarrollo del software estará dado por una serie de pantallas GUI para el usuario. A continuación se describe la secuencia para el uso del sistema.

Inicio de Sesión

Usuario: 1

Contraseña: 2

Recuperar contraseña

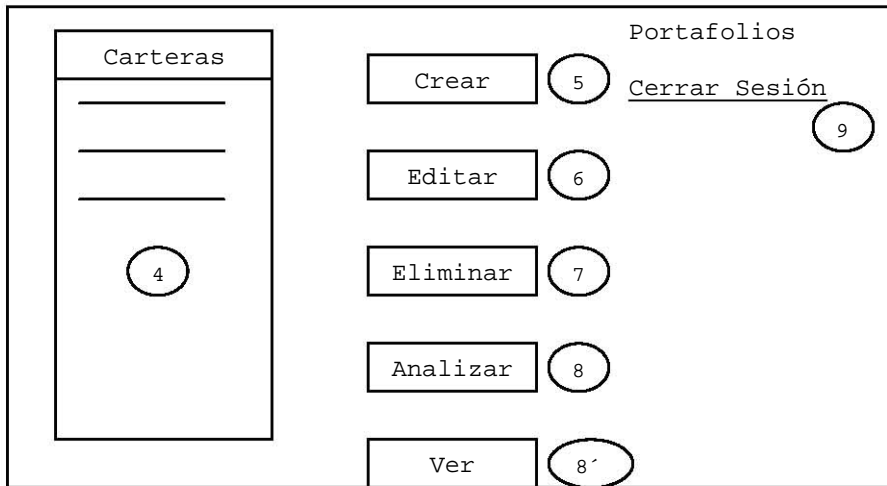
3 **Entrar**

Primera interfaz: Inicio de sesión:

1(Campo de captura): Captura el nombre del usuario

2(Campo de captura): captura la contraseña personal del usuario.

3(Botón): Hace la instancia para que el EJB se conecte a la base de datos y genere el inicio de sesión si el campo 1 y 2 son correctos.



Segunda interfaz: Portafolios de inversión.

4(panel): Despliega las carteras actuales del usuario

5(Botón): Crea una nueva cartera

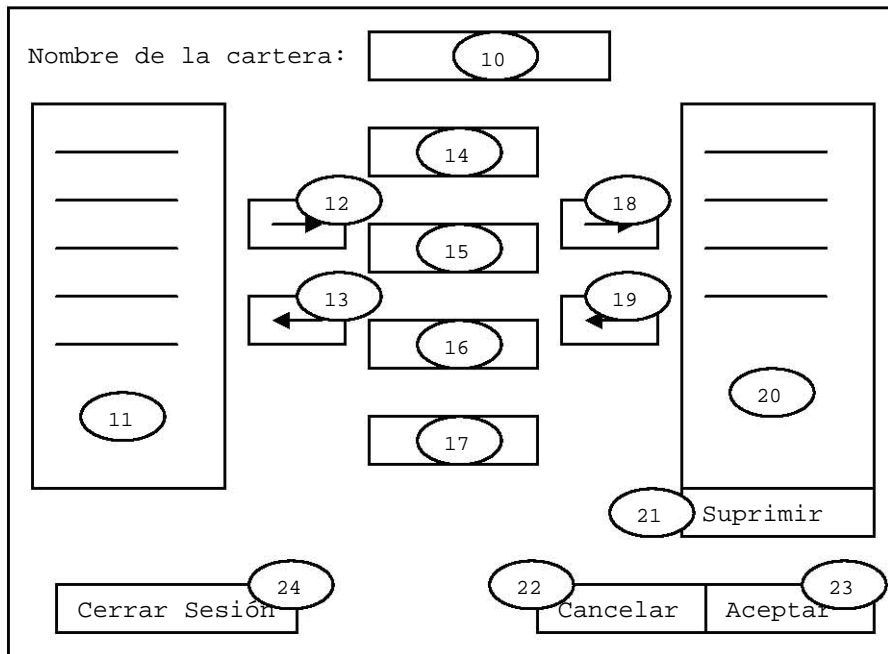
6(Botón): Edita una cartera existente

7(Botón): Elimina una cartera existente

8(Botón): Comienza el análisis de riesgo para una cartera existente.

8'(Botón): Redirecciona a la cuarta interfaz y despliega los índices de riesgos de una cartera ya existente.

9(Link): Cierra la sesión actual



Tercera Interfaz: GUI para la creación o edición de una cartera existente.

10(campo): Captura o cambia el nombre de una nueva o ya existente cartera respectivamente

11(panel): Despliega las actuales emisiones en el mercado financiero

12(botón): Transfiere la emisión seleccionada en el panel 11

13(botón): Regresa la información dada en los campos 14-16

14(campo): Despliega el nombre de la emisión trasladada por el botón 12.

15(campo): Despliega el factor de riesgo asociada de la emisión trasladada por botón 12.

16(campo): Despliega el tipo de cambio asociado de la emisión trasladada por el botón 12.

17(campo): Captura el valor de mercado correspondiente a la emisión trasladada por botón 12.

18(botón): Traslada la información de los campos 14-17 al panel 20, como un elemento de la nueva cartera.

19(botón): Regresa el elemento seleccionado en el panel 20 a los campos de captura 14-17 correspondiente.

20(panel): Visualiza los elementos de la nueva cartera

21(botón): Elimina todos los elementos del panel 20 como atajo.

22(botón): Cancela la acción general de crear o editar una cartera de inversión y regresa a la primera interfaz.

23(botón): Captura los nuevos cambios en una nueva o ya existente cartera de inversión y reenvía al usuario a la primera interfaz.

24(botón): Cancela la acción general sin capturar los nuevos cambios en el portafolios del usuario y sale del sistema.

Factor de decaimiento:	<input type="text" value="25"/>																
Horizonte de tiempo:	<input type="text" value="26"/>																
Nivel de confianza:	<input type="text" value="27"/>																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Método VaR</th> <th>Back Testing</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="radio"/> Delta Normal <input type="text" value="28"/></td> <td><input type="radio"/> Delta Normal <input type="text" value="29"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Simulación Histórica</td> <td><input type="radio"/> Simulación Histórica</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Num de simulaciones</td> <td><input type="radio"/> Montecarlo</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Log <input type="checkbox"/> Lineal</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Montecarlo</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Num de simulaciones</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Log <input type="checkbox"/> Lineal</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Método VaR	Back Testing	<input type="radio"/> Delta Normal <input type="text" value="28"/>	<input type="radio"/> Delta Normal <input type="text" value="29"/>	<input type="radio"/> Simulación Histórica	<input type="radio"/> Simulación Histórica	<input type="checkbox"/> Num de simulaciones	<input type="radio"/> Montecarlo	<input type="checkbox"/> Log <input type="checkbox"/> Lineal		<input type="radio"/> Montecarlo		<input type="checkbox"/> Num de simulaciones		<input type="checkbox"/> Log <input type="checkbox"/> Lineal	
Método VaR	Back Testing																
<input type="radio"/> Delta Normal <input type="text" value="28"/>	<input type="radio"/> Delta Normal <input type="text" value="29"/>																
<input type="radio"/> Simulación Histórica	<input type="radio"/> Simulación Histórica																
<input type="checkbox"/> Num de simulaciones	<input type="radio"/> Montecarlo																
<input type="checkbox"/> Log <input type="checkbox"/> Lineal																	
<input type="radio"/> Montecarlo																	
<input type="checkbox"/> Num de simulaciones																	
<input type="checkbox"/> Log <input type="checkbox"/> Lineal																	
<input type="button" value="30"/> Cerrar Sesión	<input type="button" value="31"/> Regresar																
<input type="button" value="32"/> Cancelar	<input type="button" value="33"/> Aceptar																

Tercera interfaz: Captura de parámetros y métodos.

25(campo): Captura el factor de decaimiento o lambda.

26(campo): Captura el parámetro para el horizonte de tiempo

27(campo): Captura el parámetro para el nivel de confianza

28(panel): Captura los métodos del VaR ha realizar

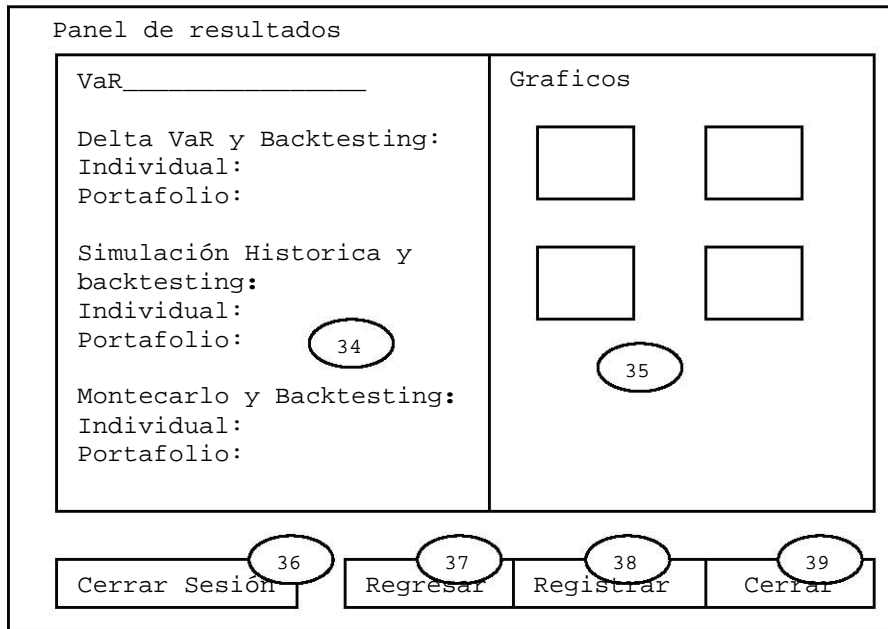
29(panel): Captura si el usuario desea hacer pruebas de back testing.

30(botón): Cancela la acción general sin capturar los nuevos cambios en el portafolios del usuario y sale del sistema.

31(botón): Regresa a la primera interfaz sin realizar algún cambio.

32(botón): Cancela la acción general de crear o editar una cartera de inversión y regresa a la primera interfaz.

33(botón): Captura los nuevos cambios en una nueva o ya existente cartera de inversión y reenvía al usuario a la cuarta interfaz.



Cuarta interfaz: Panel de resultados para una nueva o ya existente cartera de inversión

34(panel): Despliega los resultados requeridos por el usuario en el panel 28 y 29

35(panel): Despliega los resultados requeridos por el usuario en el panel 27

36(botón): Cancela la acción general sin capturar los nuevos cambios en el portafolios del usuario y sale del sistema.

37(botón): Regresa a la primera interfaz sin realizar algún cambio.

38(botón): Opción para que los índices queden registrados para opción 8´.

39(botón): Opción para cerrar el análisis, sin salir de sesión y sin registrar los índices de riesgo asociados a la cartera de inversión.

Software utilizado:

Estructura GUI: Netbeans versión 4 y Borland Jbuilder edición 2005.

Servidor: Tomcat de apache versión 5.5

Plataforma. J2EE versión 1.4 y Matlab versión 5 (Licencia al Instituto de Investigación en Matemáticas aplicadas y en Sistemas).

5.5 Implementación y evaluación

La implementación esta dado en www.macts.com.mx

Síntesis y Recomendaciones

A lo largo de este trabajo de tesis, se han expuesto a la arquitectura cliente-servidor y a la metodología del VaR, como las herramientas en boga para implementar un sistema de información para la administración de riesgos financieros. Sin embargo, ambas herramientas no son la panacea.

El cálculo del VaR, solo es útil en la medida en que los usuarios dominen sus limitaciones. Es una herramienta y no una caja negra. El hecho de que el valor es generado a partir de un método estadístico no se debe omitir que se trata solo de una estimación adecuada del riesgo de mercado. Por lo tanto, el VaR debería ser visto como un procedimiento necesario pero no suficiente para el control de riesgos. Debe ser complementado con el establecimiento de límites y controles, además de un área independiente para la administración de riesgos. Debe llegar el momento en que deje de ser una metodología de medición del riesgo y se convierta en un asunto administrativo.

Las instituciones financieras son tomadas de riesgo por naturaleza. En este contexto, aquellas que tienen una cultura de riesgos crean una ventaja competitiva. Asumen riesgos más concientemente, se anticipan a los cambios adversos, mantienen coberturas y logran la experiencia en el control de riesgos.

De igual forma, la tecnología de información evoluciona constantemente y la arquitectura cliente-servidor podría ser obsoleta o de baja seguridad en el futuro.

Dentro de la teoría de sistemas, se asume que todo sistema de información es vulnerable. Por lo tanto, la elección o diseño de un sistema será con base a la seguridad y eficiencia que este pueda ofrecer. Pero lo más importante es que el sistema se pueda adaptar a los constantes cambios de tecnología.

Por otro lado, la arquitectura cliente-servidor representa actualmente un sistema centralizado de información, donde cualquier número de aplicaciones y datos pueden ser integrados en una plataforma neutral y con lenguaje neutral. Los costos para crear y mantener sistema para la administración de riesgos financieros, son aparentemente mayores; sin embargo, reditúan una utilidad mayor para las instituciones financieras.

En resumen, la red es una herramienta potencial de información con la opción de suministrar a todos los grupos la información necesaria para la toma de decisiones.

Por otra parte, el prototipo expuesto (MActS) tiene una gran ventaja de operación ya que esta integrado por Matlab y Java.

Por una parte, Matlab esta integrado por los denominados toolbox, los cuales son un conjunto de programas escritos en lenguaje Matlab y que están destinados para diferentes disciplinas, tales como: Estadística, Finanzas, Control, Optimización, Comunicaciones, etcétera. Por lo tanto Matlab ya tiene una gran cantidad de programas ya escritos, y por ende, accesibles para MActS.

A lo igual que Matlab, Java esta integrado por diversas tecnologías, tales como comunicación inalámbrica, multimedia, aplicaciones remotas, etcétera. Por lo tanto, dado que MActS esta escrito en Java y Matlab, entonces tiene disponibles todas las funciones de Matlab y las tecnologías de Java. Esto representa que no solo se pueden construir sistemas para el ámbito financiero sino también sistemas de nuestro, de inventarios, comunicación, optimización etcétera.

Bibliografía

- Philippe Jorion. Valor en Riesgo: El nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados. Limusa Noriega Editores. 2002
- James Rumbaugh, Michael Blaha, William Premer Lami, Frederick Heddy y William Lorensen. Modelado y diseño orientado a objetos: Metodología OMT. Prentice Hall, 1996
- Alfonso de Lara Haro. Medición y control de riesgos financieros. Limusa Noriega Editores. 2001
- J.P. Morgan/Reuters. RiskMetrics™-Technical Document. 4th Edition. 1996
- John P. van Gigch. Teoría general de Sistemas. Limusa Noriega Editores. 2003
- The Mathworks Inc. Matlab Programing. 2004
- The Mathworks Inc. Matlab External Interfaces. 2004
- Stewart Mckie. Client/Server Accounting: Reengineering Financial Systems. John Wiley & Sons Inc. 1997
- Jessica Keyes. Financial Services Information Systems. The AUERBACH ; Best practices series Second edition. 2000
- Jean-Philippe Bouchaud y Marc Potters. Theory of financial Risk: From Statistical Physics to Risk. Management. Cambridge University Press. 2001
- Faculty of Actuaries, Institute of Actuaries and The Institutions of Civil Engineers. Risk Analysis and Management for Projects. Thomas Telford Publishing. 2000
- Mark Austin and David Changcogne. Engineering programming in C, Matlab and Java. John Wiley & Sons Inc. 1999

- Eric Armstrong, Jennifer Ball, Stephanie Bodoff, Debbie Bode Carson, Ian Evans, Dale Green, Kim Haase, Eric Jendrock y Eric Armstrong. The J2EE™ 1.4 Tutorial. Sun Microsystems. 2004