

21
Zej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

SELECCION DE INSTRUMENTOS
DE INVERSION UTILIZANDO
LOGICA DIFUSA (FUZZY LOGIC)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
ACTUARIA
PRESENTA:
MARTHA YASMIN ELIZALDE BARRERA
JOSE MOISES LUNA RIVERA



DIRECTOR DE TESIS
ACT. DAVID LOPEZ SERVIN

MEXICO, D.F

1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
P r e s e n t e

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

Selección de Instrumentos de Inversión utilizando Lógica Difusa
(Fuzzy Logic)

realizado por Martha Yasmin Elizalde Barrera
José Moisés Luna Rivera

con número de cuenta 8734025-1 , pasante de la carrera de Actuaría
9150547

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Act. David López Servín

Propietario M. en C. Virginia Abrín Batule

Propietario Act. Agustín Román Aguilar

Suplente Act. Francisco Sánchez Villarreal

Suplente Act. Fernando Alonso Pérez Tejada López

Consejo Departamental de Matemáticas

Act. Agustín Román Aguilar

Agradecemos a:

David López Servin
José Antonio Alfaro Montaña
Virginia Abrin Batule
Fernando Alonso Pérez Tejada Lopez
Agustín Román Aguilar
Francisco Sánchez Villarreal

Por su apoyo y confianza que nos brindaron a lo largo de este trabajo.
Por todo lo que aprendimos con ustedes.

Yasmin Elizalde
Moisés Luna

A ti **mamá** por todo tu apoyo y cariño, por que siempre que lo necesito estas ahí dispuesta a ayudarme, porque me has enseñado a ser fuerte y a ver la vida positivamente

A ti **papá** por todo lo que he aprendido de ti, por toda tu comprensión y porque además de ser mi papá eres mi amigo

A ti **Abue Trini** por todo tu cariño, tus consejos y tus cuidados

A ti **Tía Conchis** por tu compañía y cariño

Les dedico este trabajo con todo mi cariño

Gracias

A ti **Moisés** por tu amistad y por tu apoyo, por todos esos momentos que compartimos. Considero que este trabajo ha sido un gran logro para los dos, ya que por mi parte, no sólo me permitió dar un gran paso en mi vida profesional, sino que también me dio la oportunidad de conocer a un gran amigo: *mi pesadilla*.

Gracias

Dedico este trabajo a mis papus

Graciela Rivera

y

Federico Luna

Se que en cada paso que doy no estoy sólo
siempre van conmigo: ustedes me han
enseñado a luchar por lo que uno quiere:
los quiero mucho y mil gracias hemos
dado otro paso más.

A mis hermanos:

Federico y Eduardo.

(Toda una vida Juntos. Gracias)

A Yasmín E.

Juntos logramos este esfuerzo.

Muchas Gracias

Moisés Luna

INDICE

Introducción**I. Aspectos Generales de la Inversión**

1.1 Inversión	1
1.1.1 Definición	1
1.1.2 Factores que afectan a la Inversión	2
1.2 Sistema Financiero Mexicano	5
1.2.1 Definición	5
1.2.2 Organismos Integrantes	5
1.3 Mercado de Valores	6
1.3.1 Definición	6
1.3.2 Fuentes de Financiamiento	8
1.3.3 Instrumentos de Financiamiento	13
1.3.3.1 Instrumentos de Renta Fija	14
1.3.3.2 Instrumentos de Renta Variable	21
1.4 Conclusiones	23

II. Carteras de Inversión

2.1 Sociedades de Inversión	25
2.1.1 Definición	25
2.1.2 Características y clasificación	25
2.1.3 Ventajas de las Sociedades de Inversión	27
2.2 Carteras de Inversión	28
2.2.1 Definición	28
2.2.2 Puntos a considerar para la elaboración de una Cartera	29
2.2.3 Herramientas	30
2.2.4 Modelos para la elaboración de una Cartera de Inversión	42
2.3 Conclusiones	56

III. Lógica Difusa

3.1. Lógica Difusa (Fuzzy Logic)	59
3.2. Definiciones Básicas	63
3.2.1 Variable Lingüística	64
3.2.2. Conjuntos Difusos o Borrosos (Fuzzy Sets)	64
3.2.3. Universo en cuestión	68
3.2.4. Grado de Membresía	68
3.2.5. Etiquetas <i>Fuzzy Logic</i>	69
3.3. Operaciones Básicas para Conjuntos Difusos	70
3.3.1. Números Difusos	71
3.3.2. Intersección	73
3.3.3. Unión	73
3.3.4. Complemento	74
3.3.5. Suma Disyuntiva	74
3.4. Estructura Básica de un Sistema de Lógica Difusa	75
3.4.1. Proceso de Modelación del Problema (Fuzzificación)	76
3.4.2. Evaluación de Reglas	77
3.4.3. Proceso de traducción de resultados hacia el universo real (Defuzzificación)	78
3.4.3.1. Or	78
3.4.3.2. Promedio de Pesos	80
3.4.3.3. Centroide	81
3.4.3.4. Método de Singletons	85
3.5 Conclusiones	87

IV. Caso Práctico: Selección de Instrumentos que formarán una Cartera de Inversión utilizando Lógica Difusa (Fuzzy Logic).

4.1 Metodología de Diseño	89
4.2 Planteamiento del Problema	90
4.2.1. Identificación de las Variables de Entrada y sus Rangos	91
4.2.2. Identificación de las Variables de Salida y sus Rangos	91
4.2.3. Creación de las Funciones de Membresía	92
4.2.4. Formulación de la Base de Conocimientos	98
4.2.5. Determinación de las Acciones de Salida	107

4.3 Código del Programa para Seleccionar Instrumentos	108
4.4 Guía rápida del usuario	113
4.5 Conclusiones	120

Conclusiones Generales y Comentarios

Apendice A

Apendice B

Glosario

Bibliografía

INTRODUCCION



INTRODUCCION

Para todo profesionista existe alguna o algunas áreas que le son de mayor interés y con las cuales se identifica. En nuestro caso son tres: *Computación, Finanzas y Matemáticas.*

Existe una "nueva" herramienta Matemática, que a diferencia de la Lógica convencional (Bivalente, Booleana) que sólo permite dos estados: 0 ó 1, prendido-apagado, pertenece o no pertenece, blanco o negro, etc. que no sólo acepta blanco o negro, sino que permite tonos de gris: es decir, valores intermedios. Esta "nueva" herramienta se llama Lógica Difusa (Fuzzy logic).

En esta tesis tocamos temas de interes actual como lo son: Análisis bursátil, técnicas inteligentes y desarrollo de software.

Nuestro gran interés por conjuntar *la informática, las finanzas y la lógica difusa*; para crear una herramienta útil de acuerdo a las necesidades del mercado, así como el deseo de dar una pauta para que se desarrolle más software financiero y se utilicen tecnologías de vanguardia fueron los principales motivos por los que elegimos este tema teniendo como principales objetivos:

- Involucrarnos como profesionistas en el medio financiero actual aprovechando las facilidades que nos da el uso de sistemas de información y de cómputo
- Simplificar el trabajo de los analistas financieros sin necesidad de que éstos cuenten con un equipo de cómputo muy refinado
- Proporcionar una herramienta bibliográfica en la Carrera de Actuaría, relativa al funcionamiento de algunas operaciones bursátiles.

Asimismo, en la presente Tesis se pretende dar a conocer el funcionamiento del Sistema Financiero Mexicano y desarrollar un Sistema de Cómputo que a través del empleo de *lógica difusa*, seleccione los instrumentos que formarán una cartera de inversión, para lo cual se desarrolló la siguiente temática:

I. Aspectos generales de la inversión.- Se explica a grandes rasgos el concepto de inversión, así como los factores que influyen sobre la misma y el entorno o ambiente en donde se lleva a cabo. Se revisa el mercado de valores dividido en tres sectores: mercado de dinero, mercado de capitales y mercado de metales; sus características y los instrumentos que se manejan en cada uno de ellos analizando con más detalle los instrumentos de deuda.

II. Carteras de inversión.- Se revisa lo que es una sociedad de inversión, sus diversas clasificaciones y sus ventajas, así como el concepto de carteras de inversión, las herramientas, tanto gráficas como teóricas, utilizadas en la elaboración de dichas carteras, así como algunos modelos matemáticos utilizados como son: *el modelo de Markowitz, el modelo de Mercado, el modelo de Shape entre otros*.

Se estudia el análisis Técnico, Fundamental y Económico, como parte del Análisis Bursátil.

III. Lógica difusa (Fuzzy Logic).- Se da a conocer una nueva herramienta - *Lógica Difusa* - para la solución de problemas donde las variables de entrada no están bien delimitadas y a pesar de este inconveniente producen salidas - respuestas - que son las más adecuadas.

Se plantean todos los pasos para la elaboración de sistemas difusos. También se estudian algunas operaciones con conjuntos difusos, con el fin de conocer sobre qué bases teóricas está sustentada la Lógica Difusa.

IV. Caso Práctico: Selección de instrumentos que formarán una cartera de inversión utilizando Lógica Difusa.- Se desarrolla un caso práctico donde se fusionan las tres áreas que nos son de interés y se da una pequeña guía para el usuario. Se implementa en una computadora la Lógica Difusa para crear carteras de inversión.

En el Apéndice A se dan a conocer los datos con los que se elaboraron las gráficas del capítulo 2.

En el Apéndice B se presenta código que fue de gran utilidad para la elaboración de la base de conocimientos del software.

En el glosario aparecen algunos términos que hemos utilizado a lo largo de la tesis, y que preferimos definirlos al final, para que no parezca que nos desviamos del tema en algún momento, pero sin que esto signifique que no son importantes para nosotros, si no todo lo contrario. Algunos de estos términos son: Redes Neuronales, Algoritmos Genéticos, Volatilidad, Sistemas Híbridos, etc.

**CAPITULO I
ASPECTOS GENERALES
DE LA INVERSION**



I. ASPECTOS GENERALES DE LA INVERSIÓN

*Invertir en conocimientos produce
siempre los mejores intereses.*

Benjamin Franklin

1.1 INVERSIÓN

1.1.1 Definición

"Invertir" es una palabra que puede tener diferentes enfoques de acuerdo con lo que se quiere invertir, ya sea tiempo, dinero, energía y en general cualquier tipo de recurso para obtener algún beneficio "a futuro". lo que marca la diferencia entre inversión y consumo, ya que en este último el beneficio que se obtiene es inmediato. Para fines de este trabajo nos limitaremos a analizar el recurso "dinero" y su inversión para la obtención de un beneficio futuro, el cual llamaremos *rendimiento*. Dicha inversión puede ser de dos tipos, la *inversión real* y la *inversión financiera*, la *inversión real* es la que se hace en bienes tangibles como planta y equipo, inventarios, terrenos o bienes raíces, es decir, la inversión que se hace con el fin de asegurar un bienestar futuro (la vejez, por ejemplo) o para el funcionamiento normal de algún negocio, y la *inversión financiera* es aquella que se hace con los recursos que sobran (excedentes) después de la operación del negocio o simplemente de la vida diaria cuya característica es que son *liquidos*. Por tanto una *inversión financiera es la aportación de recursos líquidos a un negocio para la obtención de un beneficio futuro*.

La inversión puede ser considerada también como "una erogación de la que se espera obtener un beneficio económico directamente vinculado a ella". Es importante resaltar con esta definición que el beneficio debe estar directamente vinculado a la erogación, pues en caso contrario, todos los gastos podrían ser considerados como inversiones ya que de alguna manera se erogan con la intención de obtener un beneficio, aunque éste sea indirecto, como por ejemplo el pago de la nómina en alguna empresa.

Con base en lo anterior, la inversión se puede definir como: *la colocación de un capital en una actividad comercial o civil durante un cierto tiempo, con el fin de obtener un rendimiento, ya sea en forma de utilidades o interés del referido capital. En general es toda erogación destinada a cumplir con un fin específico, en beneficio del inversionista.*

1.1.2 Factores que afectan a la inversión

El proceso de inversión se ve influenciado por varios factores, siendo los principales los siguientes:

a) **La inflación**, que no es más que el exceso de dinero circulante emitido por un gobierno que gasta sin medida, y con una burocracia o infraestructura no productivas (incrementan medios de compra, sin incrementar producción), o por una falta de balance entre la oferta y la demanda de forma tal que la producción marginal es ineficiente y provoca incremento en costos, que a su vez, repercute en incremento de precios

Existen dos clases de inflación que pueden ser consideradas: la *inflación General* (o Inflación Abierta) y la *inflación Reprimida* (o Inflación

Diferencial); en el primer caso, todos los precios y costos se incrementan en la misma proporción; para el segundo caso, la tasa de inflación dependerá del sector económico involucrado.

b) **La Devaluación**, que es la pérdida en el valor de una moneda en términos de otras o de metales internacionalmente aceptados. Esta pérdida se da por dos circunstancias :

Una interna.- Cuando los precios de las mercancías están aumentando y, por lo tanto, el dinero baja de valor al tener menor poder adquisitivo.

Otra externa.- Que se da cuando las autoridades monetarias de un país deciden bajar el valor de su moneda nacional frente al de las monedas de otros países; dando con ello mayor posibilidad de compra a la moneda extranjera para tratar, de esta forma, de sostener o acrecentar el nivel de exportaciones.

c) **Tasas de interés (Rendimiento)** las cuales representan un parámetro importante en la decisión de determinada inversión ya que son la ganancia o utilidad que produce una inversión, es decir, *el beneficio futuro que se espera obtener de dicha inversión*. Generalmente se expresa en términos de porcentajes

d) **Riesgo**, éste representa la posibilidad de que el rendimiento que se espera a futuro de una inversión no se realice. El riesgo puede variar de acuerdo con la incertidumbre que exista respecto al rendimiento que se espera de una inversión. En los mercados financieros normalmente existen tres principales áreas de incertidumbre :

- 1) La relativa a los distintos indicadores de la economía (el ambiente de las inversiones).
- 2) La que se refiere a los rendimientos de la inversión en sí (el oro, una acción etc.).
- 3) La relacionada con el comportamiento del mercado (los inversionistas) en que se hacen operaciones de compra-venta de la inversión correspondiente.

e) **Liquidez**, que es la facilidad con que una inversión se puede comprar y vender. Los bienes raíces, planta y equipo, terrenos, etc.: son bienes tangibles y no son *liquidos* en este sentido. Sin embargo, los Cetes, Obligaciones, Papel Comercial, entre otros; son *liquidos* ya que son fácilmente convertibles en dinero. En términos normales parecería que la liquidez está en función de que si son bienes tangibles, o no lo son, pero hay bienes tangibles que si lo son: oro, plata, cine, entre otros, estos bienes tangibles se vuelven *liquidos* por la existencia de un mercado organizado en que se pueden comerciar libremente. Por lo tanto la condición necesaria para la *liquidez* no es lo tangible de un bien, sino la existencia de un mercado organizado para su compra-venta. La liquidez representa otro parámetro de decisión entre una inversión y otra dependiendo de los fines que se pretenden alcanzar con determinada inversión.

1.2 SISTEMA FINANCIERO MEXICANO

1.2.1 Definición

El Sistema Financiero Mexicano es un conjunto de organizaciones, tanto públicas como privadas a través de las cuales se llevan a cabo y se regulan las actividades de: circulación de dinero, otorgamiento y obtención de créditos, realización de inversiones y prestación de servicios bancarios y de seguros y fianzas.

1.2.2 Organismos Integrantes

Los organismos que lo forman son:

- a) Bolsa Mexicana de Valores
- b) Entidades Normativas (SHCP, BANXICO, CNByV, etc.)
- c) Intermediarios Financieros Bancarios y No Bancarios (Banca Múltiple, Banca de Desarrollo, Aseguradoras, etc.)
- d) Grupos Financieros (Probursa, Accival, Banpais, etc.)
- e) Instituciones de apoyo (ABM, Indevial, etc.)
- f) Instituciones y Empresas Emisoras
- g) Público Inversionista

1.3 MERCADO DE VALORES

1.3.1 Definición

Consiste en una serie de actos de compra y venta a través de un mecanismo que permite la emisión, colocación y distribución de los valores inscritos en el Registro Nacional de Valores y aprobados por la Bolsa Mexicana de Valores. Dichos valores son los que están autorizados para venderse y comprarse a través de la Bolsa Mexicana de Valores. Es por ello que el Mercado de Valores también se conoce como Mercado Bursátil. Este mercado se encuentra dividido en tres sectores:

- A) Mercado de Dinero
- B) Mercado de Capitales
- C) Mercado de Metales (Amonedados)

A) En el Mercado de Dinero se llevan a cabo ofertas, demandas y transacciones sobre fondos a corto plazo (menor a un año); y que típicamente se venden o colocan a descuento, esto es, su precio es menor a su valor nominal. Como característica adicional se puede decir que este mercado cuenta con una alta bursatilidad, es decir, son de fácil compra-venta en el mercado.

Los instrumentos del Mercado de Dinero en el Sistema Financiero Mexicano son los siguientes

- Cuenta Maestra
- Cuentas en UDI's

- Bonos de prenda
- Certificados de la Tesorería de la Federación
- Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal
- Aceptaciones Bancarias
- Pagaré con rendimiento liquidable al vencimiento
- Pagarés de la Tesorería de la Federación
- Papel Comercial (avalado, quirografario, indizado o bursátil)
- Pagaré Empresarial Bursátil
- Otros

B) El Mercado de Capitales está constituido por fondos a mediano y largo plazo (generalmente su vencimiento es mayor a un año), sean éstos para inversión (acciones) o para financiamiento (obligaciones). Su bursatilidad se puede considerar como variable. Está formado por instrumentos de renta fija (Obligaciones, Bonos de Renovación Urbana, entre otros); y por instrumentos de renta variable (Acciones)

Los instrumentos con que cuenta México en el Mercado de Capitales son los siguientes :

- Bonos Bancarios de Desarrollo Industrial
- Certificados de Participación Inmobiliaria
- Bonos Bancarios de Desarrollo
- Bonos Bancarios para la Vivienda
- Obligaciones
- Obligaciones Subordinadas
- Bonos Ajustables del Gobierno Federal
- Acciones de Empresas Cotizadas en bolsa.

C) El Mercado de Metales se forma principalmente por metales amonedados (oro y plata acuñados), para los cuales se considera su vencimiento a plazo indeterminado, con una bursatilidad variable. Estos instrumentos son emitidos por el Gobierno Federal. Los instrumentos de inversión en México son :

- Certificados de Plata (Ceplatas)
- Onzas Troy de Oro y Plata
- Centenarios

1.3.2 Fuentes de Financiamiento

Se entiende por financiamiento a la acción de proporcionar o conseguir los recursos económicos necesarios para el fomento, organización o reorganización de un negocio.

Los financiamientos que requieren las empresas, el Gobierno y las personas físicas provienen del Mercado de Dinero y del Mercado de Capitales. El Mercado de Dinero, es el mercado financiero de corto plazo y esta vinculado siempre con operaciones de deuda. Si se habla del Mercado de Capitales, se habla de largo plazo, y puede ser de deuda o de aportación de nuevos socios.

Las principales y más comunes Fuentes de Financiamiento que se conocen son las siguientes:

Préstamo Personal.- Se otorga a personas físicas sujetas de crédito por plazos de 3,6,9 u 11 meses, con una tasa de interés global y una comisión de

apertura. Se paga mensualmente, documentándose mediante pagaré y con aval.

Préstamo Quirografario.- Este tipo de préstamo se conoce también como préstamo directo o préstamo en blanco, pues su garantía es la solvencia y moralidad del solicitante. Puede requerirse aval o coobligado con un plazo legal de un año, pero realmente se maneja a 90 días. Debe procurarse que se destine a resolver problemas transitorios de efectivo del solicitante, en algunos casos para pagar pasivos a otras instituciones, pero nunca para invertir en bienes de capital.

Descuento.- Esta operación consiste en transferir en propiedad títulos de crédito a una institución de crédito, que pagará en forma anticipada el valor nominal del título menos una suma equivalente a los intereses que devengaría entre la fecha en que se recibe y la de su vencimiento y una comisión por la operación

Préstamo con colateral.- Es un préstamo del tipo del quirografario con la variante de que existen garantías reales como documentos de la cartera del cliente o contrarrecibos, la amortización del préstamo es al vencimiento de los documentos.

Préstamo Prendario.- Este tipo de préstamo mantiene estrecha relación de los almacenes generales de depósito con bancos, ya que éstos últimos lo otorgan a través del financiamiento de los inventarios vía certificados de depósito y bonos de prenda que expiden los primeros. También pueden ser otorgados con prenda de valores (obligaciones o acciones) y a éstos se les

llama reporto. El plazo legal es de hasta 10 años, el real de 90 días y su amortización se hace al vencimiento de los documentos.

Crédito Documentario.- Mediante esta operación banco se compromete, mediante créditos establecidos, a pagar a través de sus bancos corresponsales por cuenta del acreditado, el importe de bienes específicos a un beneficiario, contra documentación. Generalmente se amortizan mensualmente y requiere la celebración de un contrato consignado en escritura pública o en instrumento privado inscrito en el registro público.

Crédito en Cuenta Corriente.- Son préstamos contratados para que los clientes de los bancos puedan disponer, en el momento que lo deseen, de una suma acordada utilizando cheques. La utilización de este tipo de crédito es para cubrir necesidades eventuales de efectivo, pudiéndose requerir aval. Su plazo es de 180 días, y se amortiza a través de mantener cuando menos cada 90 días saldo positivo en la cuenta de cheques.

Préstamo para la Adquisición de Bienes de consumo duradero.- Se otorgan a personas físicas sujetas de crédito a plazos de 6, 12, 18 y 24 meses. La forma de pago es mensual con una tasa de interés global y una comisión de apertura. Se documenta mediante pagaré y la garantía la constituye la factura endosada.

Crédito de Habilitación o Avío.- Es un préstamo a corto o mediano plazo que se utiliza para fomentar los elementos de producción o transformación de la actividad industrial, agrícola o ganadera, y puede ser

- Préstamo de Habilitación o Avío a la Industria
- Préstamo de Habilitación o Avío a la Agricultura
- Préstamo de Habilitación o Avío a la Ganadería

Crédito Refaccionario.- Es un préstamo a mediano o largo plazo que se utiliza para fomentar la producción o transformación de artículos industriales, agrícolas o ganaderos y que se invierte en la liquidación de pasivos, o en ciertos activos fijos, tales como:

- Adquisición y/o instalación de maquinaria y equipo adicional.
- Construcción de obras destinadas al negocio
- Adquisición de bienes inmuebles
- Compra de ganado de reproducción
- Construcción de establecimientos: bodegas, silos forrajeros, baños garrapaticida
- Apertura de tierras para cultivo
- Adquisición de aperos, instrumentos útiles de labranzas y abonos
- Pago de adeudos fiscales o de pasivos relacionados con su operación

Se requiere de un contrato privado ratificado ante Notario o Corredor o Escritura Pública. Su plazo legal es de 15 años en la industria y de 5 en la agricultura y ganadería.

Crédito con Garantía Inmobiliaria.- Este tipo de préstamo se conoce comúnmente con el nombre de préstamo hipotecario y está destinado a la adquisición, edificación, obras o mejoras de inmuebles.

Préstamo con Garantía de Unidades Industriales.- Este tipo de préstamo documentado con pagarés, previamente formalizado con un contrato autorizado por Banco de México y ratificado ante Notario o Corredor, es muy especial en cuanto a su destino, ya que debe ser distinto al de los de avío o refaccionario, y no debe ser utilizado para adquirir o construir bienes inmuebles. Es utilizable para consolidar pasivos, para tesorería o cuando se tienen problemas financieros y no se tiene un tipo de préstamo específico al cual acudir.

Factoraje Financiero.- Es la operación a través de la cual los proveedores pueden "vender" sus facturas, contrarrecibos o listados a una empresa de factoraje. El factoraje se puede realizar con o sin recursos. Es factoraje con recurso, cuando la empresa de factoraje o factor compra la cartera no vencida del cedente, (cliente) validada por pagarés, contrarrecibos o facturas selladas, sin embargo si el comprador no paga, el cedente tiene la obligación de pagar. El factoraje puede ser también sin recurso, es decir, en este caso el factor si corre el riesgo de no cobrar. También se tiene el factoraje comercial, en el cual el factor tiene una relación directa con el cedente y el cedente realiza la cobranza.

Arrendamiento Financiero.- Consiste en un contrato, por medio del cual el arrendador se obliga a entregar al arrendatario a cambio del pago de una

renta durante un plazo pactado e irrevocable, renta que no es totalmente deducible, el uso del bien, teniendo la opción, al final del plazo de :

- ⇒ Trasladar la propiedad
- ⇒ Volver a rentar el bien
- ⇒ Enajenar el bien a una tercera persona, distribuyéndose el importe de esta acción

La ventaja para el arrendatario consiste en el hecho de utilizar activos fijos sin necesidad de desembolsar inmediatamente capital. Algunas empresas por necesidades financieras venden parte de sus activos fijos y los recompran mediante arrendamiento financiero, incurriendo en las desventajas de esta fuente de financiamiento: costo alto de intereses y mantener una deuda fija casi irrevocable.

Préstamos Internacionales. - Este tipo de préstamo generalmente se lleva a cabo a través de créditos sindicados. Los créditos sindicados son otorgados por varios bancos, para diversificar el riesgo y para reunir los fondos que por diferentes causas, entre otras monto, no podrían otorgarse en lo individual, a través de un banco líder. Generalmente se otorgan a un plazo máximo de diez años.

1.3.3 Instrumentos de Financiamiento

Los Instrumentos de Financiamiento que el Sistema Bursátil ofrece a las empresas y al Gobierno se dividen en dos grandes rubros :

- Instrumentos de Renta Fija e
- Instrumentos de Renta Variable

1.3.3.1 Instrumentos de Renta Fija

Son valores que representan una deuda, desde el punto de vista de la emisora; o bien un crédito colectivo desde el punto de vista de los compradores o inversionistas. Por su naturaleza estos títulos tienen un plazo definido y proporcionan un rendimiento que se determina de acuerdo a reglas o condiciones pactadas y estipuladas con anterioridad a su adquisición.

Los instrumentos de renta fija son:

- **Certificados de la Tesorería de la Federación (CETES)**

Definición: Títulos de crédito al portador en los cuales se consigna la obligación del Gobierno Federal a pagar el valor nominal en la fecha de su vencimiento.

Emisor: Gobierno Federal por conducto de la SHCP y utilizando al Banco de México como agente colocador exclusivo

Objetivo: Financiamiento al Gobierno Federal. Regulación monetaria y de tasas de interés.

- **Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal (BONDES)**

Definición: Títulos de crédito nominativos, negociables en los cuales se consigna la obligación directa e incondicional del Gobierno Federal a liquidar una suma de dinero con cortes periódicos de cupón.

- Emisor:** Secretaría de Hacienda y Crédito Público como representante del Gobierno Federal, y utilizando al Banco de México como agente exclusivo para la colocación.
- Objetivo:** Financiamiento al Gobierno Federal a mediano y largo plazo.

- Bonos de la Tesorería de la Federación (TESOBONOS)

- Definición:** Títulos de crédito al portador denominados en dólares americanos, en los cuales se consigna la obligación del Gobierno Federal a liquidar al vencimiento del documento, al tenedor, el equivalente en moneda nacional por el tipo de cambio libre publicado por el Banco de México diariamente en la Bolsa Mexicana de Valores.
- Emisor:** Secretaría de Hacienda y Crédito Público como representante del Gobierno Federal, a través del Banco de México.
- Objetivo:** Captar recursos financieros provenientes del público inversionista, especialmente en períodos de incertidumbre cambiaria; conformar una opción de ahorro con cobertura contra el riesgo cambiario con rendimiento fijo y alta liquidez.

- Bonos Ajustables del Gobierno Federal (AJUSTABONOS)

- Definición:** Títulos de crédito nominativos, negociables a mediano y largo plazo, denominados en moneda nacional, en los cuales se consigna la obligación directa e incondicional del Gobierno Federal a liquidar una suma de dinero que se ajusta con la frecuencia que especifique la emisión particular

de acuerdo al Índice Nacional de Precios al Consumidor (I.N.P.C.) publicado quincenalmente por el Banco de México.

Emisor: Secretaría de Hacienda y Crédito Público, como representante del Gobierno Federal, a través de Banco de México.

Objetivo: Obtener recursos financieros a largo plazo para el Gobierno Federal provenientes del público inversionista; brinda la opción de ahorro a largo plazo sin merma de los rendimientos reales.

- Bonos Bancarios para el Desarrollo Industrial (BONDIS)

Definición: Bonos bancarios a largo plazo para financiar proyectos industriales donde se consigna la obligación del Gobierno Federal, a través de Nacional Financiera, para liquidar una suma de dinero al vencimiento de los documentos.

Emisor: Nacional Financiera

Objetivo: Captar recursos líquidos a largo plazo para apoyar la inversión pública y privada, orientadas al desarrollo industrial y económico del país, apoyando la creación de infraestructura, tecnología y equipamiento.

- Aceptaciones Bancarias (AB'S)

Definición: Las AB's son letras de cambio giradas por empresas medianas y pequeñas establecidas en México, a su propia orden y aceptadas por Instituciones de Banca Múltiple en

base a líneas de crédito que dichas Instituciones han otorgado previamente a las empresas emisoras.

Emisor: Personas Morales (y aceptadas por Instituciones de Banca Múltiple).

Objetivo: Financiamiento a corto plazo, captación bancaria

- Pagará con Rendimiento Liquidable al Vencimiento (PRLV)

Definición: Títulos que formalizan una deuda a corto plazo, cuya liquidación y pago de intereses se realiza al vencimiento del plazo.

Emisor: Instituciones de Banca Múltiple.

Objetivo: Financiamiento a corto plazo, captación bancaria.

- Bonos de Prenda (PRENDARIOS)

Definición: El certificado de depósito es un título de crédito a corto plazo, emitido por el productor o agroindustrial para financiar sus inventarios con una garantía real y física puede ser emitido por un almacén general de depósito, asegurando que los bienes están depositados y certificando la calidad de los mismos, quedando como garantía los mismos bienes.

Emisor: Personas Morales que cumplan con las normas jurídicas y requisitos establecidos

Objetivo: El bono de prenda viene a satisfacer las necesidades específicas de aquellos que requieren de financiamiento a corto plazo para capital de trabajo, tomando como garantía grandes volúmenes de mercancías que permanecerán almacenadas por cierto periodo. Este instrumento permite al

emisor obtener la liquidez necesaria para la compra y mantenimiento de sus inventarios, obteniendo financiamiento del gran público inversionista con atractivas tasas, así como disponer de su mercancía de acuerdo con sus necesidades de producción y comercialización.

- Papel Comercial

Definición: El Papel Comercial es un pagaré suscrito sin garantía sobre los activos de la empresa emisora, en el cual se estipula una deuda de corto plazo, entre 15 y 91 días, emitidos por importes mínimos y colocados a tasa de descuento pagadera en una fecha determinada.

Emisor: Sociedades Anónimas registradas en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios.

Objetivo: Se utilizan como línea de crédito revolvente para financiar necesidades de capital de trabajo.

- Obligaciones

Definición: Títulos de crédito nominativos que emite una empresa a través de los cuales se compromete a pagar intereses trimestrales o semestrales por el uso de capital durante un período de tiempo, a cuyo vencimiento regresará el capital a los tenedores de la obligación.

Emisor: Personas Morales.

Objetivo: Financiamiento a mediano y largo plazo a fin de adquirir activos fijos o financiar proyectos de inversión.

- Certificados de Participación Ordinarios (CPO's)

Definición: Los CPO's son títulos de crédito a largo plazo para financiar proyectos de infraestructura carretera principalmente. Son instrumentos negociables de Renta Fija.

Emisor: Los CPO's son emitidos por instituciones fiduciarias cuyo patrimonio está constituido por acciones representativas del capital social de sociedades cuyas acciones son cotizadas en la BMV.

Objetivo: Financiamiento de obras para la construcción de carreteras.

- Certificados de Participación Inmobiliaria (CPI's)

Definición: Títulos de crédito nominativos a largo plazo, por una institución fiduciaria, que dan derecho a una parte alícuota de la titularidad de los bienes inmuebles dados en garantía. Pueden ser amortizables (aquellos que además del derecho a una parte alícuota de los frutos o rendimientos dan a sus tenedores el derecho de reembolso del valor nominal de los títulos); no amortizables (aquellos en los que la sociedad emisora no está obligada a hacer el pago del valor nominal de los títulos en cualquier momento y, al extinguirse el fideicomiso, se distribuye entre los tenedores de títulos, el producto de la venta).

Emisor: La división fiduciaria de una Institución de Banca Múltiple.

Objetivo: Canalizar recursos financieros a toda clase de empresas (fideicomitentes) industriales y mercantiles, sobre inmuebles fideicomitidos a través de una institución bancaria (fiduciario) que emite los certificados en base al inmueble

- Pagaré a Mediano Plazo

Definición: El pagaré a mediano plazo es un título de crédito emitido por una sociedad mercantil mexicana con facultades para contraer pasivos y suscribir títulos de crédito

Emisor: Sociedades Mercantiles

Objetivo: Permitir a las sociedades mercantiles obtener recursos financieros del mercado de valores a mediano plazo a fin de:

- * Financiar capital de trabajo permanente
- * Financiar proyectos con periodo de recuperación de uno a tres años.
- * Reestructurar pasivos

- Certificados de Plata (CEPLATAS)

Definición: Certificados de participación ordinaria, nominativos, no amortizables que confiere al tenedor el derecho a la parte alícuota de la titularidad de la masa de plata fideicomitida (7 millones de onzas calidad "Good Delivery") que resulte de dividir ésta entre el número de certificados en circulación y el de recibir la propia parte alícuota de la plata que sea adjudicada. Cada certificado ampara 100 onzas. Los titulares de cada once certificados o sus múltiplos tendrán, además, el derecho de solicitar en cualquier tiempo, que la emisora les adjudique plata en igual cantidad y calidad que la amparada por los Certificados.

Emisor: Fideicomiso formado por el Banco de México, Industria Minera México, S.A. de C.V. y Met-Mex Peñoles, S.A. de

C.V. como fideicomitentes, Banca Cremi como fiduciaria y los tenedores como fideicomisarios.

Objetivo: Facilita la inversión en este metal precioso cuya cotización es internacional, dando con ello cobertura cambiaria para el inversionista.

- UDIBONOS

Definición: Títulos en Unidades de Inversión que pagan un interés fijo cada 182 días y amortizan el principal en la fecha de vencimiento.

Emisor: Gobierno Federal.

Objetivo: Promover el ahorro interno a largo plazo manteniendo el valor real de la inversión.

1.3.3.2 Instrumentos de Renta Variable

Son títulos o valores cuyo rendimiento (renta) no se conoce, puede inclusive no existir o ser negativo. Su rendimiento está en función del desempeño económico-financiero de su emisor, de las fluctuaciones del mercado (oferta y demanda), o bien de ambos. Debido a la variabilidad de rendimientos, el riesgo es mayor que en renta fija y el rendimiento también lo puede ser como premio al mayor riesgo. Otra característica de este tipo de títulos consiste en que su vencimiento no está determinado, es decir, tienen un plazo prácticamente indefinido; los valores típicos de renta variable son las acciones y los metales amonedados.

Los instrumentos de renta variable son:

- Acciones

Definición: Título nominativo que representa una de las partes iguales en que se divide el capital social de una empresa e incorpora los derechos y obligaciones de los socios.

Emisor: Personas Morales.

Objetivo: Financiamiento mediante aportación de capital

- Compra de Activos Fijos
- Planes de expansión
- Integración
- Proyectos de Inversión.

- Warrant

Definición: Títulos opcionales de compra o de venta.

Emisor: Intermediarios bursátiles o empresas.

Objetivo: A cambio del pago de una prima, el tenedor adquiere el derecho opcional de comprar o vender al emisor un determinado número de valores a los que se encuentran referidos, a un precio de ejercicio y dentro de un plazo estipulado en el documento

1.4. Conclusiones

En este capítulo se analizaron los diferentes enfoques que puede tener la inversión, siendo el más importante para este trabajo de Tesis, el de la *Inversión Financiera*; junto con ella interactúan varios factores, como el riesgo, el rendimiento, la inflación, la devaluación, y demás aspectos que impactan el comportamiento del mercado, como podrían ser la política y programas económicos, entre otros.

Para el buen desarrollo de las inversiones, México como otros países, cuenta con un sistema formado por organismos que orientan y regulan todas las actividades relacionadas con la inversión.

Dado que siempre se espera que con una inversión se obtenga un rendimiento, existen personas (físicas o morales) que están dispuestas a dar ese rendimiento a cambio del préstamo hecho.

En México hay diferentes instrumentos que permiten que estas operaciones se lleven a cabo, tales como: CETES, PAGAFES, Papel Comercial, Obligaciones, etc. o en algunas ocasiones en lugar de obtener un préstamo están dispuestos a vender parte de su empresa y esto es lo que se conoce como colocación accionaria.

CAPITULO II CARTERAS DE INVERSION



II. CARTERAS DE INVERSION

*... la incertidumbre obliga
a una diversificación ...*

2.1 SOCIEDADES DE INVERSION

2.1.1 Definición

Una Sociedad de Inversión es una sociedad anónima que reúne el dinero de varios ahorradores y lo invierte por cuenta y a beneficio de éstos en un amplio y selecto grupo de valores. Al invertir en una sociedad de inversión, el inversionista se convierte en propietario de una parte proporcional de cada uno de los valores que conforman la cartera de inversión de la sociedad.

2.1.2 Características y Clasificación

Las características de una Sociedad de Inversión son :

- Constituidas como S.A. de C.V
- Deben mantener un capital mínimo fijo sin derecho a retiro
- No pueden ser socios los gobiernos ni dependencias extranjeras
- Pueden emitir acciones de tesorería
- El pago de acciones se hará siempre en efectivo
- Son administradas por un consejo de administración el cual designará al comité de inversión
- Los accionistas no tienen derecho de preferencia

Pueden adquirir temporalmente sus acciones (excepto las Sociedades de Inversión de Capitales - SINCA'S)

Ninguna persona podrá ser propietaria de más del 10% del capital. de la Sociedad.

Las Sociedades de Inversión se pueden clasificar de la siguiente forma:

1.- Sociedades de Inversión en Instrumentos de Deuda

Invierten sus activos en deuda de empresas, gubernamental y bancaria. Generalmente ofrecen un rendimiento lineal. Se dividen a su vez de acuerdo a los posibles adquirentes. en Sociedades de Inversión en Instrumentos de deuda para personas físicas y para personas morales.

2.- Sociedades de Inversión Comunes

Concentran sus activos en acciones que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores. Su rendimiento depende de los precios de las acciones en que se encuentra invertido el fondo. Su riesgo es mayor que en los fondos en instrumentos de deuda ya que la expectativa de rendimiento es muy superior.

3.- Sociedades de Inversión de Capitales (SINCA'S)

Las Sociedades de Inversión de Capitales se orientan a promover el flujo de capital de riesgo. Su objetivo es el sancamiento, modernización y consolidación de empresas. para posteriormente colocarlas entre el público inversionista.

4.- *Sociedades de Inversión Diversificadas*

Son las Sociedades de Inversión que presentan ciertos parámetros o cajones de Inversión. Minimizan el riesgo al invertir en un amplio grupo de instrumentos.

5.- *Sociedades de Inversión Especializadas*

Son fondos con un objetivo específico. Concentran sus inversiones en un sector o instrumento previamente establecido.

Son aquellos fondos que auto regulan su régimen de inversión y determinan sus políticas de inversión, de acuerdo con sus prospectos de información al público inversionista.

2.1.3 Ventajas y desventajas de las Sociedades de Inversión

- Obtener una cartera diversificada para disminuir el riesgo de la inversión.
- Hacer accesible al inversionista su participación en el mercado de valores.
- Invertir en un portafolio manejado por especialistas.
- Generar mejores rendimientos no sólo por la administración profesional y las condiciones inherentes al portafolio, sino por el beneficio de aprovechar ventajas que difícilmente se podrían obtener en forma individual.
- Se cuenta con información pública disponible en todo momento.
- Con el descenso de las tasas de interés, las Sociedades de Inversión en Instrumentos de Deuda se convierten en la mejor alternativa del mercado ya que al estar invertidas en una cartera diversificada son poco propensas

a las fluctuaciones y pueden mantener rendimientos muy por encima del mercado.

- Cuando por el contrario se incrementan las tasas de interés. Las Sociedades de Inversión en Instrumentos de Deuda no tienen la misma volatilidad que algunos instrumentos en el mercado y modifican su rendimiento paulatinamente al renovar su portafolio.
- Al invertir en Sociedades de Inversión se debe sujetar a las políticas y horarios previamente establecidos.

2.2 CARTERAS DE INVERSION

2.2.1 Definición

Una cartera se define como una combinación de activos. El aspecto fundamental de una cartera de inversión consiste en la manera en que un administrador seleccione la mejor combinación de riesgo y rendimiento para maximizar la riqueza del inversionista.

La teoría de la cartera trata de la selección de las carteras óptimas, es decir, carteras que proporcionan el rendimiento más alto posible en cualquier grado específico de riesgo, o el riesgo más bajo posible en cualquier tasa de rendimiento. Esta se ha formulado principalmente para activos financieros (acciones y bonos).

La mayoría de las veces el riesgo de un instrumento no es de primera importancia, sino solamente su contribución al riesgo total del portafolio.

Un problema al que nos enfrentamos en la selección de una cartera es la relación riesgo-rendimiento. La correlación entre riesgo y rendimiento por lo general es positiva, es decir, a mayor rendimiento mayor riesgo y viceversa.

Una forma de disminuir el riesgo es la diversificación de la cartera, es decir, distribuir el riesgo entre varios activos en forma que las pérdidas en algunos sean compensadas y aún superadas con ganancias en otros.

2.2.2 Puntos a considerar para la elaboración de una cartera

- Un aspecto importante para esta selección es considerar *la media y la varianza* como medidas de riesgo y de rendimiento de cada activo riesgoso que componen dicha cartera. Si conocemos estos riesgos y rendimientos y la forma en que los inversionistas hacen su elección, entonces podemos describir las elecciones óptimas de carteras. Es posible medir en forma significativa el riesgo de un proyecto de inversión, y si sabemos cual es el precio del riesgo, podemos determinar la tasa de rendimiento ajustada al riesgo, la cual se emplea al calcular el valor presente neto del proyecto. Esta tasa de rendimiento sobre la cartera es siempre un promedio ponderado de los rendimientos de los valores individuales de la cartera.
- Otro punto importante es el *supuesto de aversión al riesgo* y éste es básico en muchos modelos de decisión, ya que si suponemos que quienes toman decisiones tienen aversión al riesgo, esto implica que prefieren obtener un rendimiento medio y una varianza de rendimiento más baja lo cual nos da una cierta base para la construcción de determinada teoría. Básicamente se pueden identificar tres posibles actitudes hacia el riesgo:

deseo, aversión e indiferencia, las cuales van en función del tipo de inversionista. Indudablemente hay individuos que prefieren el riesgo y otros que son indiferentes a él, pero la lógica y la observación indican que entre administradores de negocios y accionistas predominan quienes lo evitan.

- Un aspecto fundamental de la teoría de la cartera es la idea de *que el riesgo inherente a cualquier activo mantenido en una cartera es diferente al riesgo de ese activo mantenido en forma aislada*. Dado lo anterior, podemos decir que el riesgo y el rendimiento son objetos de elección para la formación de una cartera de inversión, por lo que es importante considerar la media y la varianza de cada activo por separado y poder realizar un balance entre estos riesgos y rendimientos en el momento de agruparlos para formar una cartera de inversión.

2.2.3 Herramientas

Los analistas bursátiles utilizan herramientas muy diversas para intentar comprender el mercado y prever su futuro. Estas se conocen como Análisis Bursátil, el cual es el estudio de todos aquellos factores legales, económicos, macroeconómicos, microeconómicos, sociales y financieros que nos permiten explicar el comportamiento de una empresa o del mercado como un todo y pronosticar su posible comportamiento en el futuro. Suelen distinguirse tres tipos de análisis: Análisis Técnico, Análisis Fundamental y Análisis Económico. El Análisis Bursátil tiene dos objetivos fundamentales:

- a) Contestar ¿qué?, es decir ¿en qué invertir? o ¿qué vender?
- b) Contestar ¿cuándo?, ¿cuándo vender? o ¿cuándo comprar?

La respuesta a la primer pregunta la da lo que se conoce como Análisis Fundamental, y la respuesta a la segunda pregunta la da específicamente el Análisis Técnico. El Análisis Económico decide qué sector es el mejor en un determinado tiempo.

I. Análisis Técnico

Es el estudio de cómo actúan la oferta y la demanda en relación con una acción determinada o al mercado como un todo. En este análisis se prescinde de la bondad de la acción o de la bondad de la situación económica del país, solamente se analiza la oferta y la demanda, a través del comportamiento de los precios, volumen, paquetes negociados, entre otros. Los principales instrumentos del Análisis Técnico son la Estadística y el Análisis Gráfico.

A. Estadística

Dentro de la estadística se encuentran las siguientes herramientas :

I. Promedios Móviles e Indicadores Técnicos

Como su nombre lo indica, resulta de calcular un valor promedio de una magnitud que varía en un período de tiempo. Se denominan móviles, por que la muestra que se utiliza en su cómputo va moviéndose de tal forma que el valor promedio puede también cambiar. Las señales de compra-venta se manifiestan por el cruce de los precios sobre el promedio móvil.

Otra aplicación muy en uso entre los analistas, es identificar un cruce de promedios móviles de diferente lapso, ya que son frecuentemente excelentes

indicadores de cambio de tendencia. Los cruces de 30 y 90 días adquieren tradicionalmente una gran relevancia ya que manifiestan una confirmación inequívoca de un cambio de tendencia a mediano plazo.

Los precios de un determinado día, estarán entonces por encima o por debajo de este promedio, a esta desviación se le denomina divergencia. Del cómputo del promedio móvil resulta una curva que sigue a la magnitud que lo generó.

Los promedios móviles se utilizan sobre todo como una herramienta de comparación entre la magnitud que lo generó y el valor promedio móvil. La diferencia que existe entre estos dos valores se denomina divergencia; la divergencia es positiva cuando el valor se encuentra por encima del promedio móvil, y negativa cuando por el contrario se encuentra abajo del promedio móvil.

En el caso de los promedios móviles obtenidos del precio de cierre diario, pueden interpretarse como generadores de señales de compra-venta, una señal de venta se genera si el precio cae por debajo del promedio móvil, y la señal de compra cuando el precio sube del promedio móvil. Otro uso de los promedios móviles es combinarlos entre sí para obtener un oscilador, esto se logra al calcular la diferencia entre uno y otro, el cruce de ambos promedios móviles genera una señal de cambio de tendencia.

Los promedios móviles solamente deben utilizarse como una confirmación y una identificación de los ciclos del mercado. La misma naturaleza del

proceso de cómputo del promedio móvil hace que éste vaya atrás de los precios.

Existen tres métodos para calcular los promedios móviles:

- Exponencial
- Simple o Aritmético
- Pesado

a) EXPONENCIAL. Esta forma de calcular el promedio móvil impone un factor peso exponencial cada vez mayor a los precios más recientes. Se calcula al aplicar un porcentaje del valor de la muestra al promedio móvil previo. Para aplicar el método exponencial primero debe convertirse días o periodos a porcentajes exponenciales, o factor exponencial.

$$fe = \frac{2}{(\text{Periodo} + 1)}$$

$$\text{Prom. Móvil} = (\text{Precio} \cdot fe) + (\text{Prom. Móvil Previo} \cdot (1 - fe))$$

Este promedio es el que mejor refleja la tendencia de los precios.

b) SIMPLE O ARITMETICO. Se calcula al sumar todos los elementos de la muestra (precios de cierre) y dividir el resultado entre el número de muestras o periodos. El resultado es el valor promedio del precio en el periodo de tiempo considerado.

$$PMS = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \text{Precio } i$$

e) **PONDERADO.** Este promedio se calcula al multiplicar cada valor de la muestra por su número de muestra que es el peso que se aplica, se suman estos productos y el resultado se divide por la suma de los pesos.

$$PMw = \frac{1}{\sum i} \sum_{i=0}^n i * \text{Precio } i$$

B. Análisis Gráfico

Los gráficos constituyen uno de los pilares fundamentales del análisis técnico. Muchos analistas técnicos se basan única y exclusivamente en el uso de los gráficos. La utilización de los gráficos permite detectar la tendencia de los títulos o del mercado lo cual ayuda a tomar las decisiones bursátiles.

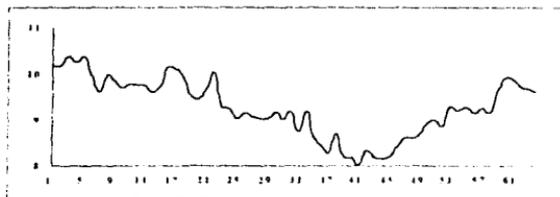
Los principales gráficos que tenemos son:

1. Puntos y Figuras

Este gráfico se confecciona a partir de las cotizaciones de cierre del título correspondiente. El eje horizontal refleja las sucesivas bajadas y subidas del precio del título o del índice de un conjunto de títulos. Cuando se produce una subida significativa se anota una cruz "X". Mientras el título siga

2. Líneas

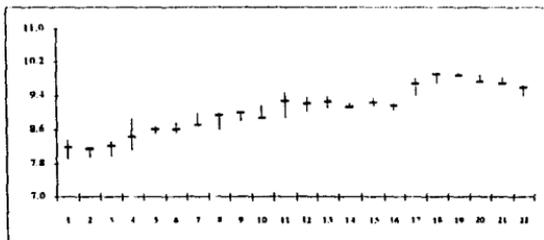
Estas gráficas se constituyen situando los precios o la evolución de los índices en el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal. Este gráfico registra la evolución que tiene un título a lo largo de una serie de periodos: semanas, meses o años. La línea se hace uniendo los precios de cierre del título en cada periodo o uniendo los valores del índice al final de cada periodo.



3. Barras

El gráfico de barras se realiza para cada título que se quiera analizar, por lo cual se utilizan los tres precios más significativos producidos en un determinado periodo. Estos precios son el máximo, el mínimo y el de cierre de periodo. Este gráfico puede predecir cambios de tendencia: cuando tras una larga subida o bajada se produce una sesión con mucha negociación y con un precio de cierre alto, tras una fase bajista, o bajo tras una fase alcista. A este tipo de sesiones se las denomina "días clave" o "inversión de llave" y

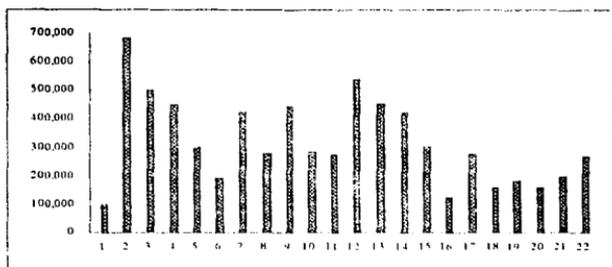
se caracteriza también porque la barra formada por el precio más alto y más bajo de la sesión es más amplia que la de la sesión anterior y por que el precio de cierre está por encima de o por debajo de la de la barra del día anterior.



4. Volumen

Se denomina volumen al valor monetario de las transacciones realizadas en un periodo determinado, o bien, al número de títulos negociados en un periodo. Estos gráficos se construyen con dos ejes: en el eje vertical se sitúan los volúmenes de contratación de un título, y en la línea horizontal se grafica el tiempo.

El volumen nos permite valorar la fuerza o presión que contiene el movimiento del precio o cotización, razón por la cual estos gráficos se estudian conjuntamente con los gráficos de líneas o con los de barras.



Las principales premisas del análisis técnico son:

1. *Los precios y el mercado se mueven en ciclos.* Esto es evidente cuando se observan las gráficas del comportamiento de las acciones en un determinado tiempo. Se encuentran en rano ascenso o descenso. Las tendencias siempre están presentes: o el mercado está al alza o a la baja; ocasionalmente, también está estable, pero por periodos muy cortos

Aún dentro de una tendencia particular, se presentan movimientos de corrección, esto es, ciclos más breves que caen dentro del ciclo largo, estas son tendencias secundarias dentro de una tendencia primaria del ciclo principal más largo. Finalmente existen movimientos terciarios con duraciones muy reducidas, desde unas horas hasta unos cuantos días

2. *La naturaleza humana no cambia a través del tiempo* y reacciona básicamente de la misma manera en situaciones similares en diferentes momentos. Por tanto, el análisis técnico busca identificar cambios y

beneficiarse de ello, determinar cuándo un ciclo ha finalizado o cuando apenas empieza a manifestarse.

3. La tendencia se presume vigente hasta que no se pruebe lo contrario. Existen numerosas técnicas e indicadores que sirven para detectar estos cambios. El riesgo más alto se toma cuando no se detecta un fin de tendencia o cuando un rompimiento es muy transitorio y realmente no tiene importancia. En este último caso el inversionista es atrapado ya que psicológicamente le costará mucho más deshacerse de sus títulos mal adquiridos.

4. La intensidad de un movimiento y su duración influyen grandemente el movimiento contrario subsecuente.

5. El mercado descuenta todo. Los precios son el reflejo de la actitud de miles de participantes. Esto es producto del análisis y/o emociones de los participantes en el mercado. Por esto mismo, se presume que todo lo conocido y predecible que afecta la oferta y la demanda se descuenta por el mercado rápidamente.

La sensibilidad y percepción de cualquier inversionista difícilmente coincidirá con la sensibilidad y percepción del mercado. Por esto, no tiene sentido tratar de imponer el criterio propio. El mercado hará "lo que le de la gana" hacer, independientemente de que concuerde o no con algún participante en particular. En consecuencia es más sensato seguir la tendencia que pretender que el mercado se comporte como uno desea. "No te peles con el mercado" dicen los expertos.

5. Teoría Dow

Esta teoría fue formulada por Charles H. Dow y hoy en día es la más importante del análisis técnico, dicha teoría nos ayuda a detectar señales de compra o de venta a partir de la información que suministra el mercado.

Como todas las herramientas del análisis técnico, esta teoría no es siempre infalible aunque ha demostrado ser fiable en términos generales.

La teoría Dow se basa en los siguientes supuestos

- a) Los cambios diarios en los precios tienen en cuenta el juicio de los inversionistas.
- b) El mercado tiene tres evoluciones que hay que estudiar continuamente.

Primaria: Va de uno a varios años y refleja una evolución alcista (Bull Market) o una evolución bajista (Bear Market)

Secundaria o Intermedia. Va de uno a cuatro meses. Esta evolución es consecuencia de un importante retroceso estando en una tendencia primaria alcista. También puede ser consecuencia de un importante ascenso en una tendencia primaria bajista. A estos retrocesos o ascensiones también se les denomina correcciones y suelen alcanzar un tercio del terreno recorrido por el movimiento primario.

Terciaria: Esta evolución se prolonga por espacio de unas horas o de pequeños periodos de tiempo. Los movimientos terciarios suelen ser correcciones de los movimientos secundarios.

c) Las líneas de resistencia y de soporte, las figuras y la relación precio-volumen predicen la evolución futura de la cotizaciones.

La línea de resistencia une las cotizaciones máximas que ha registrado un título pasado. Cuando la cotización del título se aproxima a la línea de resistencia, todos los analistas tienden a pensar que el título empieza a estar caro. Lógicamente se producirá una importante presión vendedora. De todas formas, si a pesar de esta presión sigue subiendo y pasa la línea de resistencia se reducirá la presión vendedora y podrá haber una subida. Por este motivo, cuando el precio sobrepasa suficientemente (más de un 3% o 5%) la línea de resistencia se recomienda comprar ya que el título tenderá a subir a partir de este momento. Para las líneas de soporte se podrían hacer las recomendaciones opuestas.

d) Cuando se produzca un cambio de tendencia es conveniente asegurarse a que se confirme dicho cambio.

II. Análisis Fundamental

Es el estudio específico de las características y estructura de una empresa. Suele analizarse en detalle la estructura de capital, flujo de efectivo, la estructura del balance, la rentabilidad de la empresa, su participación en el mercado, su crédito mercantil, su aceptación por el público, su crecimiento y su administración.

Este tipo de análisis centra su atención en el entorno económico y financiero particular de cada empresa y en los diversos sectores de la economía. Arriva a un proceso de selección de inversiones, y específicamente a las decisiones de compra-venta después de analizar una gran cantidad de factores que inciden o pueden incidir para que el público compre o venda y altere por consiguiente el precio de la acción. En consecuencia, su actividad se desarrolla en el análisis del presente, el pasado y la estimación a futuro de la rentabilidad y crecimiento, de una determinada empresa así como criterios para evaluar si su precio es el adecuado. Aunque el análisis fundamental es muy lógico en su concepción, estructura y desarrollo, lo cierto es que no existe mente humana capaz de ponderar cada una de las variables y determinar hacia dónde, hasta qué punto, cuándo y por cuánto tiempo la interacción simultánea de todos los factores alzara los precios. Lo cierto es que basado en el análisis fundamental, en la mayoría de los casos el Timing (el "cuándo?") para entrar o salir, es malo y en consecuencia el resultado final deplorable. Por tanto, determinar "qué comprar?" o "qué vender?" no es suficiente para tener el éxito en el mercado. Es indispensable saber cuándo. Aunque el análisis fundamental evalúa el precio de una acción muchas veces sucede que se compra una acción buena y barata que se niega a subir de precio, y peor aun baja de precio.

2.2.4 Modelos para la elaboración de una cartera de inversión

Los primeros intentos de aplicar técnicas cuantitativas al problema de la cartera fueron con el *metodo heurístico*, el cual parte del supuesto de que a mayor plazo mayor rendimiento de la inversión. Este método no resistió mucho tiempo las críticas del sector académico de varias escuelas. Por lo

tanto se han buscado métodos más formales, dentro de los cuales existen dos corrientes para abordar el problema de asignación de activos por medio de modelos de programación matemática.

La primera, fue iniciada por H. Markowitz y es totalmente general ya que se refiere a la cartera de una empresa que puede incluir instrumentos del mercado de valores y que por fuerza tiene que tomar en cuenta en forma explícita las características de riesgo de dichos valores.

La segunda proviene de Chambers y Charnes que fue aplicable a la cartera de un banco privado en la cual su aportación principal fue el reconocimiento explícito de las características dinámicas que operan en dicho manejo de activos.

Al igual que los modelos anteriormente mencionados, existen los modelos dinámicos: llamados así porque no se limitan a decidir acerca de la mejor inversión en el período considerado como presente sino que además plantean relaciones para varios períodos en el futuro.

En la teoría moderna de portafolios los rendimientos se miden en base a los rendimientos esperados y se calculan en base a las siguientes fórmulas :

Para un instrumento libre de riesgo :

$$\text{Rendimiento total \%} = (\text{precio de venta} - \text{precio de compra}) / (\text{precio de compra})$$

Para un instrumento de renta variable :

$$\text{Rendimiento total \%} = (\text{dividendos } t + (\text{precio } t - \text{precio } t-1)) / (\text{precio } t-1)$$

En general, como ya lo dijimos anteriormente, el rendimiento esperado de un portafolio es igual al promedio ponderado de los rendimientos esperados de los instrumentos que lo componen. Lo relevante en el rendimiento esperado de un portafolio es el rendimiento esperado de cada instrumento y su proporción correspondiente en el portafolio.

Los pronósticos de los rendimientos rara vez son exactos, esto implica un riesgo (error). Para cuantificar la probabilidad de error en los pronósticos, las herramientas estadísticas más usuales son la varianza y la desviación estándar.

En primer lugar es conveniente recordar algunos conceptos como : variable aleatoria, esperanza matemática y varianza.

Una variable aleatoria Y es una variable cuyo valor lo determina el azar. Para efectos puramente pedagógicos, supóngase que la variable Y puede tomar solamente un número finito de valores y_1, y_2, \dots, y_n y que asociado a cada valor y_i de la variable hay un número entre cero y uno, p_i que representa la probabilidad de que la variable Y tome el valor y_i . Es decir,

$$p_i = \Pr \{Y=y_i\} \geq 0 \quad ; \quad i=1,2, \dots, n$$

Entonces, el valor esperado $E(Y)$ de la variable aleatoria Y se define como,

$$\mu_x = E(Y) = \sum_{i=0}^n p_i y_i$$

Es decir, el promedio ponderado de los valores posibles de Y , donde los ponderadores son las probabilidades de ocurrencia p_i .

La varianza $V(Y)$ se define como el promedio de las diferencias entre los valores posibles de y_i y su valor esperado elevadas al cuadrado. Por esta razón también se le conoce como la desviación media cuadrática y se calcula de acuerdo a la expresión siguiente :

$$\sigma^2 = V(Y) = \sum_{i=1}^n p_i [y_i - E(Y)]^2$$

La varianza es una medida de la dispersión de los posibles valores de y alrededor de su media.

La desviación estándar se calcula obteniendo la raíz cuadrada de la varianza

$$\sigma = \sqrt{V(Y)}$$

y mide la posibilidad de divergencia de un resultado real a un resultado esperado.

Aunque el rendimiento esperado sea igual para dos portafolios, aquel cuya varianza o desviación estándar sea mayor, será el más riesgoso. ¿Cuál es la relación entre el riesgo de un portafolio y el riesgo de cada uno de los instrumentos que lo componen? Recordemos nuevamente que el rendimiento esperado de un portafolio es el promedio ponderado de los

rendimientos esperados de los instrumentos utilizando los valores proporcionales como ponderadores. Sin embargo, la relación anterior no es cierta ni para la varianza ni para la desviación estándar de los rendimientos. *EL RIESGO DE UN PORTAFOLIO NO ES POR LO GENERAL IGUAL AL PROMEDIO PONDERADO DE LOS RIESGOS DE LOS INSTRUMENTOS.* El riesgo de un portafolio no sólo depende del riesgo de sus instrumentos en particular, sino además del grado en que éstos se vean afectados simultáneamente por otros eventos. Si los rendimientos esperados de los instrumentos se relacionan directamente (si uno sube el otro también) y en la misma magnitud, la diversificación no tendrá efecto alguno en reducir la desviación estándar (riesgo) del portafolio. Por otro lado, si los rendimientos esperados de los instrumentos se relacionan inversamente, contrarrestándose unos a otros totalmente, el riesgo del portafolio será nulo y la diversificación habrá reducido el riesgo a cero. Estos casos extremos y sus puntos intermedios están determinados por el grado de correlación existente entre los instrumentos del portafolio.

La covarianza entre dos variables γ_i y γ_j es :

$$\text{COV}(\gamma_i, \gamma_j) = E\{[\gamma_i - E(\gamma_i)][\gamma_j - E(\gamma_j)]\}$$

El coeficiente de correlación ρ_{ij} entre dos variables γ_i y γ_j es :

$$\rho_{ij} = \text{COV}(\gamma_i, \gamma_j) / \sigma_i \sigma_j$$

La varianza del rendimiento de un portafolio se calcula:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \text{COV}(\gamma_i, \gamma_j)$$

donde

σ^2 = Varianza del rendimiento del portafolio

X_i = proporción del presupuesto que se debe invertir en el activo i

X_j = proporción del presupuesto que se debe invertir en el activo j

$\text{COV}(\gamma_i, \gamma_j)$ = covarianza entre el rendimiento de i y de j

n = número de instrumentos

γ_i = rendimiento de cada tipo de instrumento

Cuando el coeficiente de correlación es igual a uno, se da el caso mencionado anteriormente de correlación perfectamente positiva entre los rendimientos, en el cual la diversificación no reduce el riesgo en absoluto sino sólo lo promedia.

Si el coeficiente de correlación es igual a menos uno se da la correlación perfectamente negativa. En este caso es posible combinar los instrumentos de manera que el riesgo del portafolio se elimina por completo. Este principio fundamental es el que motiva todas las actividades de instrumentos de cobertura y arbitraje.

Si el coeficiente de correlación es igual a cero no existe correlación alguna entre los rendimientos. Este caso constituye una especie de seguro en el sentido de que el movimiento de un instrumento no afecta el comportamiento de otro. Diversificar con instrumentos de este tipo ayuda a

reducir significativamente el riesgo del portafolio. Cuando un instrumento o portafolio con riesgo se combina con uno sin riesgo, el riesgo en la combinación es proporcional a lo invertido en el instrumento riesgoso.

A) Modelo de Markowitz

El primer modelo que trató acerca del riesgo en un portafolio fue el modelo desarrollado por Markowitz (1952). Este modelo nos dice que el inversionista escoge entre todas las posibles inversiones en base a su riesgo (varianza) y rendimiento del portafolio.

Un inversionista racional escoge instrumentos de inversión que ofrezcan el mayor nivel de rendimiento ante un determinado nivel de riesgo o aquellos que ofrecen el menor riesgo ante un rendimiento determinado, es decir, busca tener una cartera eficiente.

Originalmente Markowitz analiza una situación estática o de un sólo período, no teniendo así las complicaciones de un modelo dinámico, sin significar lo anterior que el modelo no tenga el realismo deseado.

En primer término el modelo plantea que las variables de decisión son las proporciones de presupuesto que se deben invertir en el activo y .

x_i = proporción de presupuesto a invertir en el activo y

Es obvio que :

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1; x_i \geq 0 \text{ para } i = 1, 2, \dots, n$$

De cada instrumento i se sabe su rendimiento esperado, la varianza de su rendimiento y la covarianza entre los rendimientos de cada pareja de instrumentos.

Definición : Una cartera con rendimiento esperado μ es eficiente si la varianza asociada a ella es la mínima entre todas las posibles carteras que proporcionan el mismo rendimiento esperado. De manera alternativa, una cartera con varianza σ^2 es eficiente si el rendimiento esperado m es el máximo entre todas las posibles carteras que proporcionan la misma varianza.

B) Modelo de precios de activos financieros o modelo de Sharpe (CAPM).

Este modelo utiliza como base de su metodología para calcular la correlación al promedio ponderado, definiendo a éste como el índice del portafolio ponderado de acuerdo al valor del mercado, donde dicho portafolio contiene todas las posibles inversiones de renta variable.

El CAPM introduce un nuevo instrumento dentro del conjunto de activos que se consideraban anteriormente: este nuevo instrumento es libre de riesgo ya que tiene varianza y covarianza cero y proporciona un rendimiento bajo

pero positivo cambiando las oportunidades del inversionista considerablemente. Este nuevo instrumento permite crear una nueva y más eficiente frontera de inversiones.

El CAPM está basado en ocho supuestos :

1. *El objetivo de los inversionistas es maximizar utilidades en términos de riqueza.* Este supuesto se da en base a que el inversionista maximiza la utilidad de la riqueza (no la riqueza en sí) al final de un período dado. La utilidad es una forma de describir las diferencias en las preferencias individuales. Un inversionista adverso al riesgo prefiere obtener mayor nivel de riqueza en cada inversión, pero conforme ésta va creciendo le proporciona cada vez un menor nivel de utilidad. En otras palabras, este inversionista tiene una utilidad marginal positiva decreciente. Cada incremento obtenido en su riqueza es menos satisfactorio que el anterior por que cada incremento es menos importante en cuanto a la satisfacción de las necesidades y deseos del inversionista. Un inversionista amante al riesgo tiene una utilidad marginal positiva creciente. Más es preferible a menos, pero cada incremento en la riqueza le proporciona al individuo mayor satisfacción. Un inversionista neutral al riesgo encuentra cada incremento de su riqueza igualmente atractivo que el anterior. Dependiendo de las combinaciones de riesgo y rendimiento que estén disponibles se obtendrá la utilidad o satisfacción que el inversionista desea.

2. *Los inversionistas seleccionan en base al riesgo y rendimiento,* siendo éstos medidos por la media y la varianza de los rendimientos del portafolio. No todas las distribuciones son normales, dos distribuciones pueden tener varianzas y medias idénticas y sin embargo ser completamente diferentes.

3. *Los inversionistas tienen expectativas homogéneas sobre el riesgo y el rendimiento.* Este supuesto afirma que las estimaciones de riesgo y rendimiento son similares en todos los inversionistas.

4. *Los inversionistas tienen horizontes de tiempo idénticos.* Este supuesto sugiere que los inversionistas forman portafolios para alcanzar riquezas en una fecha singular y común. El modelo implica que los inversionistas compran todos sus activos en un punto determinado del tiempo y los venden en un punto indefinido pero común en el futuro.

Aunque necesario, este supuesto es obviamente irreal, ya que los inversionistas actúan como si realizaran una serie de reinversiones en vez de una inversión singular en un período de tiempo específico.

5. *Existe información disponible y gratuita en el mercado.* Si hubiera grupos de inversionistas con acceso a información especial o privilegiada, no disponible abiertamente en el mercado y con la cual pudieran realizar decisiones superiores, los mercados no serían eficientes.

6. *Se cuenta con un instrumento libre de riesgo* y los inversionistas pueden prestar y pedir prestado a una tasa libre de riesgo. El instrumento libre de riesgo simplifica las complejas covarianzas de la teoría de Markowitz, asimismo simplifica la frontera eficiente (curva convexa al origen) de la teoría moderna de portafolios (MPT) a una frontera eficiente que es lineal en el CAPM. El instrumento teórico no tiene riesgo y por lo tanto no tiene covarianza con el mercado

7. *No existen impuestos, costos de transacción, ni otras imperfecciones del mercado.* Este supuesto quita el problema existente en el mundo real de los costos de transacción e impuestos. Sabemos que diferentes inversionistas tienen distintos costos de transacción y distintos impuestos. Asimismo, es importante señalar que el CAPM no permite las ventas en corto.

8. *Todos los instrumentos son divisibles, operables en el mercado y existe una cantidad fija de ellos.* El supuesto sugiere que podemos ignorar la liquidez y nuevas emisiones de los instrumentos.

El riesgo de un portafolio y de un instrumento según el CAPM. En términos generales el CAPM define rendimiento, rendimiento esperado y varianza del rendimiento de un portafolio (P) de la siguiente manera, respectivamente :

$$R_p = \sum_{i=1}^n X_{ip} R_i$$

$$R_p = \sum_{i=1}^n X_{ip} R_i$$

$$\sigma^2 (R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ip} X_{jp} S_{ij}$$

donde :

n = número de valores en el portafolio p

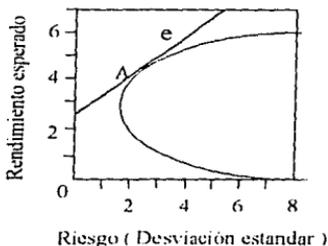
X_{ip} = la proporción de fondos invertibles en el valor i en el portafolio p

$E(R_i)$ = rendimiento esperado del valor i

S_{ij} = $COV(P_i, R_j)$ = covarianza entre los instrumentos i y j

Un portafolio eficiente cumple dos restricciones :

- Dado un nivel de varianza en el rendimiento, maximiza el rendimiento esperado del portafolio.
- Dado un nivel de rendimiento esperado, minimiza la varianza del rendimiento del portafolio. Cualquier portafolio que satisfaga esta condición, se le conoce como portafolio de mínima varianza.



En la gráfica anterior los portafolios eficientes son aquellos que se encuentran del punto "A" hacia arriba en la línea de oportunidades de inversión. Los portafolios de "A" para abajo no son eficientes por que no satisfacen la primera restricción mencionada anteriormente.

El objetivo es encontrar la combinación óptima de proporciones invertidas en $P(Xip)$: la que minimice $\sigma^2(Rp)$. La pendiente del portafolio "c" esta dada por la tasa de cambio que el inversionista tiene entre el rendimiento esperado con respecto a un cambio en la desviación estandar del portafolio. La intersección de la línea tangente a la frontera de oportunidades en "c" con el eje de $E(Rp)$ es $E(RI)$ e indica el rendimiento esperado de un activo financiero cuyo rendimiento no tiene correlación alguna con el rendimiento de "c". Por lo tanto la relación rendimiento esperado / riesgo es:

$$E(R_i) = E(RI) + [E(R_e) - E(RI)] \beta_{ie}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (Ec.1)$$

donde: β_{ie} es el riesgo del activo "i" en el portafolio "c" medida en relación al riesgo del portafolio y RI es un instrumento libre de riesgo.

$$\beta_{ie} = \text{cov}(R_i, R_c) / \sigma^2(R_c)$$

El término $[E(R_e) - E(RI)] \beta_{ie}$ puede interpretarse como el premio por riesgo entre la relación del rendimiento esperado de "y" y su riesgo en el portafolio "c". Cualquier activo financiero cuyo rendimiento no se relacione con el rendimiento del portafolio "c" y por lo tanto cuya β_{ie} sea igual a cero, esta exento de riesgo alguno en cuanto al portafolio "c" concierne ya que dicho activo financiero no contribuye en nada a $\sigma^2(R_c)$.

Dados los términos anteriores, la (Ec.1) debe interpretarse como sigue:

El rendimiento esperado de un activo financiero "i" es igual al rendimiento esperado de un instrumento libre de riesgo (en relación a "c") mas un

premio por riesgo que es igual a la diferencia entre $E (R_e)$ y $E (R_i)$ multiplicada por β_{ie} , que representa el riesgo del instrumento "i" en "e". Esta interpretación tiene sentido siempre y cuando el portafolio "e" sea eficiente y de mínima varianza. Es decir, estamos considerando la porción de la frontera de oportunidades de inversión cuya pendiente es positiva. El rendimiento libre de riesgo (R_f) es más alto para portafolios eficientes con niveles mayores de rendimiento esperado: $E (R_i)$ crece más rápido de manera que la pendiente $[E (R_e) - E (R_i)]$ decrece a medida que consideramos portafolios en la región eficiente más alejados del origen.

2.3 Conclusiones

En este capítulo hablamos en general del proceso para la elaboración de una cartera de inversión. vimos que antes de formar cualquier cartera es necesario hacer algunos tipos de análisis. como el fundamental y el técnico: a este último le sería más apropiado el nombre de análisis estadístico y de gráficas que el de análisis técnico.

Ningún método de análisis para la toma de decisiones es cien por ciento efectivo. es por ello que si se combinan ambos enfoques en la toma de decisiones bursátiles, indudablemente que las probabilidades de acierto mejoran notablemente.

El análisis fundamental nos indicará qué comprar y qué vender, y el análisis técnico nos dirá tanto qué comprar como el cuándo (Timing)

La experiencia indica que el método más lógico y probablemente el que mejores resultados da, es utilizar el análisis técnico para determinar tanto el ¿qué comprar? (o vender) como el cuándo hacerlo. Una vez hecho lo anterior con base al análisis fundamental se ratifica (o se invalida) únicamente la parte referente al ¿qué comprar? (o vender), el ¿cuándo comprar? (o vender) es dominio prácticamente exclusivo del análisis técnico. Existen sociedades anónimas cuyo objetivo es el de reunir el dinero de varios ahorradores y lo invierten por cuenta y a beneficio de éstos en un amplio y selecto grupo de valores (fondo): estas sociedades son las conocidas con el nombre de Sociedades de Inversión, cuya principal ventaja es la de obtener una cartera diversificada para disminuir el riesgo de la inversión.

Algunas personas (como Markowitz y Sharpe) en su preocupación por minimizar incertidumbre crearon algunos modelos para la elaboración de carteras.

**CAPITULO III
LOGICA DIFUSA**



3.1 LOGICA DIFUSA (FUZZY LOGIC)

La teoría de los subconjuntos borrosos es, de hecho, un paso hacia un acercamiento entre la precisión de las matemáticas clásicas y la sutil imprecisión del mundo real.

L. A. Zadeh

En los últimos años se ha visto un gran interés en tecnologías que tienen como motivación algún aspecto de las funciones humanas, como la inteligencia artificial, redes neuronales (Neural Networks), algoritmos genéticos (Genetic Algorithms) y sistemas híbridos: todas ellas están inspiradas en procesos biológicos y reciben el nombre de tecnologías inteligentes. Lógica difusa (Fuzzy Logic) surge como una de estas tecnologías inteligentes.

Lógica difusa es un superconjunto de la lógica convencional (Booleana) que ha sido extendida para manejar los conceptos de verdad parcial (partial truth): valores que están entre completamente verdadero y completamente falso.

Los conjuntos difusos o borrosos (Fuzzy Sets) son originalmente introducidos en 1965 por Lotfi Zadeh (quien es considerado el padre de la lógica difusa), en la cual combinó conceptos de lógica clásica (Crisp Logic - el término "Crisp" algunos autores lo ponen como una equivalencia de "Discrete" -) y los conceptos de conjuntos Lukasianos para definir grados de membresía (Degrees of Membership). Muchos conceptos son mejor

definidos por palabras que por números y la lógica difusa provee una herramienta que permite construir modelos que se acercan a la realidad; la lógica difusa puede ser vista como un lenguaje que permite una traducción de enunciados complicados de lenguaje natural a un formalismo matemático. Aristóteles consideraba que había grados de verdad o falsedad; Platón (quien fue maestro de Aristóteles), había considerado grados de membresía. ¿Qué clase de problemas pueden ser analizados y resueltos mediante lógica difusa? Toda clase de problemas que involucre datos de entrada imprecisos tales como:

- Programar un elevador para que recoja la mayor cantidad de gente en el menor tiempo; o como programar un elevador para minimizar el tiempo de espera para la mayoría de las personas
- Supongamos que se debe encontrar en operación un sistema automático en el Sistema de Transporte Colectivo METRO. ¿Cómo se debe diseñar el programa que permita que el tren avance y cuando frene lo haga con suavidad?
- Diseñar un sistema de frenado en un automóvil para que trabaje eficientemente, tomando en cuenta la carretera y las condiciones de las llantas.

Todas estas situaciones tienen algo en común son *complejas y dinámicas*.

La mayoría de las aplicaciones de lógica difusa se han realizado en Japón, una de las más espectaculares, es el metro de Sendai (1987) el cual tiene un sistema de control difuso que le permite acelerar y frenar con suavidad.

Matsushita tiene una lavadora que evalúa la carga y ajusta automáticamente la cantidad de detergente que necesita, la temperatura del agua y el tipo de ciclo de lavado.

Sony cuenta con un televisor que automáticamente ajusta el contraste, brillo y color.

Sanyo sacó a la venta una videocámara (SANYO VM-ES99), la cual, con la evolución de su objetivo, ha conseguido un enfoque, iris y balance de blancos automáticos y precisos, gracias a la aplicación de la tecnología de lógica difusa.

Para los mercados financieros hay un software llamado "*Neural Stock for Windows*", el cual trabaja con tecnologías de inteligencia artificial, redes neuronales y lógica difusa; utilizando a ésta última en el proceso de clasificación de acciones.

Hasta antes del empleo de lógica difusa no se había logrado automatizar un helicóptero, del cual la función más complicada (según los especialistas) es el lograr que el helicóptero este estático y suspendido en el aire.

Para entender mejor el concepto lo veremos con el ejemplo que plantea F. Martin McNeill en "*Fuzzy Logic a practical approach*", se trata de un

ejemplo de lógica clásica adecuado para una situación en la que se tiene un platón conteniendo en su totalidad manzanas o en su totalidad naranjas.

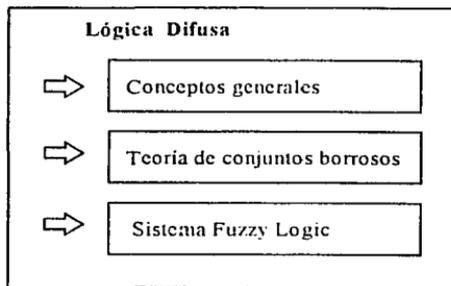
¿Que pasa si a este platón que contiene 10 manzanas se intercambia una de ellas por una naranja?. ¿seguirá siendo un platón de manzanas?. y si continuamos con este proceso de sustitución, cuando tengamos 5 manzanas y 5 naranjas, ¿seguirá siendo un platón de manzanas?. en la lógica clásica nosotros tendríamos que decir si o no y la respuesta tal vez podría ser menos precisa que si se responde: es un platón con algunas manzanas; es un platón con pocas manzanas; o es un platón en su mayoría de manzanas.

Rutinaria y subconscientemente los hombres colocan cosas en clases cuyo significado y significancia están bien comprendidos pero cuyos límites no están bien definidos.

La lógica difusa surge como una respuesta a las limitantes de la lógica convencional. El razonamiento difuso se diseñó específicamente para tratar la inexactitud (o difusividad) que está presente en el conocimiento empleado por los expertos.

En la primera parte del capítulo explicaremos algunos términos referentes a lógica difusa tales como: variable lingüística, universo, grado de membresía, conjunto borroso, etiqueta lógica difusa y número difuso; posteriormente veremos algunas operaciones con conjuntos borrosos, con el fin de compararlas con la teoría de conjuntos y conocer un poco sobre en que está sustentada la Lógica Difusa. Por último conoceremos la estructura de un sistema en lógica difusa.

La aplicación de toda esta teoría será caso de estudio de capítulo cuatro.



Estructura del capítulo

3.2 DEFINICIONES BASICAS

Lógica Difusa es una técnica para resolver problemas de lógica cuyos valores de entrada no son exactos y que a pesar de que sus entradas se definen en rangos de valores nos proporciona como resultado un dato que es el más adecuado al cuestionamiento dado.

En la lógica difusa, un evento tiene un grado de veracidad para un conjunto dado, a diferencia de la lógica clásica en la que un evento pertenece por completo o no pertenece.

3.2.1 VARIABLE LINGÜÍSTICA. Es aquella variable representativa de la entrada, y se hace referencia a ella en notación generalizada con las letras X, Y, Z; cualquier valor tomado por la variable se representa con las letras minúsculas x, y, z. Para que sea más claro veamos esta definición y algunas otras, con un ejemplo:

El problema consiste en crear un sistema que permita a un ciclista determinar como y cuando debe activar el freno ante una señal de alto.

Identificación de variables :

Las dos entradas son distancia (D) y velocidad (V).

La salida será la presión (P) del freno.

3.2.2 CONJUNTOS DIFUSOS O BORROSOS. Un conjunto difuso (o borroso) es una clase de elementos cuyos límites carecen de una definición exacta. Es una reunión de datos de la variable lingüística los cuales cumplen con una condición de agrupamiento, tal condición puede ser un modelo matemático (puede ser una ecuación) o una simple suposición de comportamiento (triángulos y trapecios) los cuales satisfacen un mismo criterio de selección, éstos son los que determinan el comportamiento difuso de la lógica difusa, ya que la acción que tiene sobre la variable lingüística logra una transición suave desde una no pertenencia ($\mu_A(x) = 0$) hasta una total pertenencia ($\mu_A(x) = 1$) y viceversa, de una total a una no pertenencia.

Los conjuntos difusos pueden generarse mediante una ecuación matemática (ver Fig. 1) que satisface un criterio de agrupamiento, por ejemplo :

$$\mu_A(x) = (1+(x-10)^2)^{-1}$$

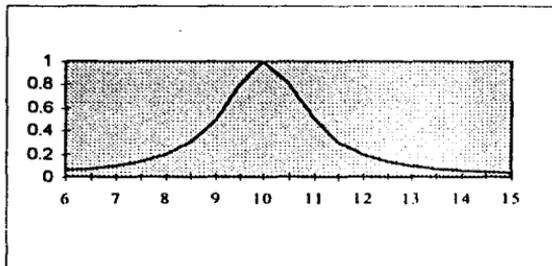


Fig. 1 En la gráfica se muestra un posible conjunto difuso donde "y" toma los valores de $\mu_A(x) = (1+(x-10)^2)^{-1}$

Sin embargo en problemas reales es difícil determinar una ecuación característica¹ de membresía para cada conjunto difuso, por lo que se ha optado por emplear modelos matemáticos de comportamiento menos complejos, esto se debe a que en procesos reales de control se requiere evaluar los conjuntos difusos simultáneamente y si éste posee una ecuación

¹ No se refiere a la ecuación característica o secular dentro del Álgebra Lineal (valores propios y vectores propios). Este término es utilizado por Kaufmann en "Introducción a la Teoría de los Subconjuntos Borrosos" y no es más que la ecuación que define el comportamiento del conjunto difuso.

característica de membresía compleja se empleara un tiempo considerable en su análisis, los modelos más comunes son los que generan trapecios y triángulos (ver fig. 2), los cuales permiten hacer un cambio gradual desde $\mu_A(x) = 0$ hasta $\mu_A(x) = 1$.

Una definición rigurosa de este concepto según Zadeh es:

Sea E un conjunto sin importar que sea enumerable² o no, y x un elemento de E . Entonces, un subconjunto borroso A de E es un conjunto de pares ordenados:

$$\{(x, \mu_A(x))\}, \forall x \in E,$$

donde $\mu_A(x)$ es una función característica de membresía que toma sus valores en un conjunto totalmente ordenado M que indica el grado o nivel de membresía. M se denominará conjunto de membresía.

Si $M = \{0,1\}$, el subconjunto borroso A se convierte en un subconjunto no borroso o subconjunto ordinario. Las funciones $\mu_A(x)$ son entonces funciones binarias booleanas.

Los conjuntos difusos se disponen de tal forma que cubren todo el rango del universo en cuestión, la disposición de los mismos propicia el traslapamiento entre conjuntos adyacentes con ello se logra que un elemento pertenezca a dos conjuntos de manera simultánea aunque con su respectivo grado de membresía en cada conjunto; es decir un elemento puede pertenecer a un conjunto en un 10% y a otro en 30%. Gracias a este

² Se dice que un conjunto es enumerable si existe una biyección entre ese conjunto y el conjunto de los números naturales \mathbb{N} .

traslapamiento podemos recorrer todo el universo en cuestión sin perder información o truncarla drásticamente, como sería el caso de la lógica bivalente.

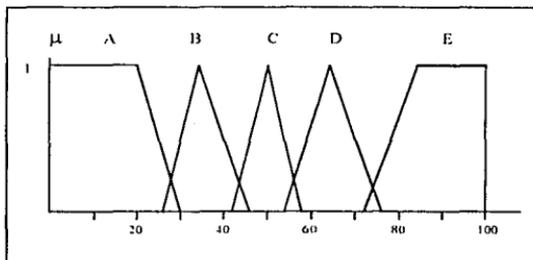


Fig. 2 Gráfica en la que se representan 5 conjuntos difusos, 3 triangulares (B, C, D) y 2 en forma de trapecio (A y E); también se puede observar como los conjuntos difusos se traslapan entre sí, compartiendo de esta forma elementos.

En algunos casos el grado de membresía se puede representar en forma inexacta como un número difuso (por ejemplo, un grado de membresía que esté "cerca de 0.2" o "alrededor de 0.5"). Un conjunto difuso que utiliza valores difusos en su función de membresía se denomina conjunto ultradifuso.

3.2.3 UNIVERSO EN CUESTION. Se denomina de este modo al intervalo completo en el que fluctúa una variable lingüística. La notación generalizada se especifica mediante las letras U ó V.

En el ejemplo anterior el universo para la variable V fluctúa entre 0 y 50 mph; para D entre 0 y 165 pies y para P entre 0 y 100%.

3.2.4 GRADO DE MEMBRESIA. También llamado grado de compatibilidad, grado de verdad o grado de pertenencia, es el valor de veracidad que adquiere un dato "x" dentro de un conjunto difuso (fuzzy set). dicho valor se encuentra dentro del intervalo [0-1], pudiendo tomar cualquier valor dentro del rango, teniendo como límites: cero falso (o no membresía) y uno verdadero (membresía total).

El grado de membresía se denota por la letra griega "μ", y su representación más común es:

$$\mu_A(x) = \text{valor numérico entre 0 y 1.}$$

Donde:

A = Conjunto difuso cualquiera.

x = Valor cualquiera tomado por la variable lingüística.

Los grados de membresía para conjuntos difusos se asignan en forma subjetiva de acuerdo con el contexto. Conceptualmente, los grados de membresía no se entienden como correspondientes a la probabilidades. En vez de representar la probabilidad de que un elemento sea miembro de un conjunto dado, un grado de membresía se entiende como la cuantificación de

una comprensión intuitiva del punto hasta el cual un elemento dado es compatible con un conjunto dado.

Otra forma de representar la membresía a un conjunto borroso es :

$$x \in_{0.2} A, y \in_{1.0} A, z \in_{0.0}$$

Ejemplo:

Sea N el conjunto de los números naturales :

$$N = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots\}$$

y el subconjunto borroso A de los números enteros "pequeños" :

$$A = \{(0 | 1.0), (1 | 0.8), (2 | 0.6), (3 | 0.4), (4 | 0.2), (5 | 0.0), (6 | 0.0), \dots\}$$

donde las funciones $\mu_A(x)$, para $x = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$ están dadas subjetivamente.

Se puede escribir el grado de membresía como :

$$0 \in_{1.0} A, 1 \in_{0.8} A, 2 \in_{0.6} A, 3 \in_{0.4} A, 4 \in_{0.2} A, \dots$$

3.2.5 ETIQUETAS DE LA LOGICA DIFUSA. También llamadas valores lingüísticos, son calificadores que se les asigna a cada uno de los conjuntos difusos, los cuales son representativos de la condición de la variable dentro de su universo; así por ejemplo, si tenemos la variable lingüística distancia, podemos tener las siguientes etiquetas para los conjuntos difusos: corta, media y larga. Sabemos que todos los conjuntos forman al universo en cuestión y por lo tanto conocer cualquier condición de la variable dentro del universo gracias a las etiquetas difusas.

Si retomamos el ejemplo del frenado de una bicicleta las etiquetas y rangos para la variable velocidad (V) serian:

Nombre	Rango (mph)
Parado	0-2
Lento	1-10
Medio rápido	5-30
Realmente rápido	25-50

para la distancia (D)

Nombre	Rango (Feet)
En el lugar	0-5
Realmente proximo	0-40
Cerca	20-80
Medio lejos	60-120
Realmente lejos	100-165

y para la presión del freno

Nombre	Rango (%)
Nada	0-1
Ligeramente	1-30
Medio	25-75
Duro	65-100

3.3 OPERACIONES BASICAS PARA CONJUNTOS DIFUSOS

Existen operaciones entre conjuntos tales como: unión, intersección y complemento.

3.3.1 NUMEROS DIFUSOS

Un número difuso es un intervalo donde solo existe un elemento con membresía total (regularmente localizado a la mitad del intervalo) y para el resto se tiene membresía menor que uno y mayor que cero. La representación de dichos números se hace por medio de un triángulo donde los extremos de la base forman el limite inferior y el limite superior del número difuso (donde la membresía es mínima); y el vértice superior del triángulo donde la membresía es total (ver fig. 3).

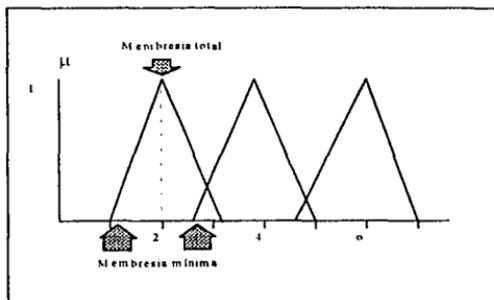


Fig. 3 Representación de números fuzzy: se puede observar como $\mu_A(2)=1$: es decir membresía total y como $\mu_A(x)$ cuando x tiende a 1 por la derecha se aproxima cada vez más a membresía igual a cero.

Con los números difusos al igual que con los números comunes, se pueden realizar operaciones aritméticas, tales como : suma, resta, multiplicación y división.

Por ejemplo:

Se tienen los números precisos (Crisp,Discrete) $a=3$ y $b=2$ y los difusos $a=(-2,3,8)$; $b=(-1,2,7)$, donde 3 y 2 - respectivamente - tiene la membresía total.

	Crisp	Fuzzy
$a+b$	$3+2=5$	$(-2,3,8)+(-1,2,7)=(-4,5,14)$
$a-b$	$3-2=1$	$(-2,3,8)-(-1,2,7)=(-8,1,10)$
axb	$3x2=6$	$(-2,3,8)x(-1,2,7)=(-3,6,15)$
a/b	$3/2=1.5$	$(-2,3,8)/(-1,2,7)=(-7.5,1.5,10.5)$

Las operaciones con los números difusos se hacen de la siguiente manera :

1. La suma, resta, etc.: se llevara a cabo con los números que tienen membresía total y el resultado también será de membresía total (llamémosle R).
2. Se calcula la distancia entre los límites de los números, se suman estas distancias y se dividen entre dos (llamémosle D).
3. Los extremos del resultado se obtienen sumando y restando D a R; es decir, el resultado será $(R-D,R,R+D)$.

3.3.2 INTERSECCION. La función de membresía $\mu_C(x)$ de la intersección $C = A \cap B$ se define por:

$$\mu_C(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)), x \in X$$

Donde X es el *Universo en Cuestión*

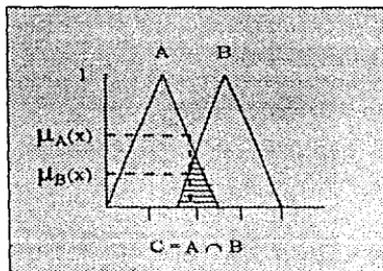


Fig 4 En este ejemplo $\mu_C(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_B(x)$

3.3.3 UNION

La función de membresía $\mu_D(x)$ de la unión $D = A \cup B$ se define por:

$$\mu_D(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)), x \in X$$

Donde X es el *Universo en Cuestión*

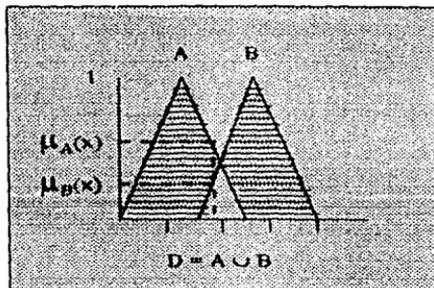


Fig. 5 En este ejemplo $\mu_D(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x)$

3.3.4 COMPLEMENTO

La función de membresía $\mu_{CA}(x)$ del complemento de A esta definida por:

$$\mu_{\bar{A}}(x) = \mu_{CA}(x) = 1 - \mu_A(x), \quad x \in X$$

Donde X es el *Universo en Cuestión*

3.3.5 SUMA DISYUNTIVA

La suma disyuntiva de dos subconjuntos borrosos se definirá en términos de la unión y la intersección de la manera siguiente:

$$A \oplus B = (A \cup B) \cup (A \cap B)$$

Veamos con un ejemplo todas las operaciones :

Sean los conjuntos difusos :

$$A = \{(x_1 | 0.2), (x_2 | 0.7), (x_3 | 1), (x_4 | 0), (x_5 | 0.5)\}$$

$$B = \{(x_1 | 0.5), (x_2 | 0.3), (x_3 | 1), (x_4 | 0.1), (x_5 | 0.5)\}$$

de aquí se obtiene que :

$$\bar{A} = \{(x_1 | 0.8), (x_2 | 0.3), (x_3 | 0.0), (x_4 | 1.0), (x_5 | 0.5)\}$$

$$\bar{B} = \{(x_1 | 0.5), (x_2 | 0.7), (x_3 | 0.0), (x_4 | 0.9), (x_5 | 0.5)\}$$

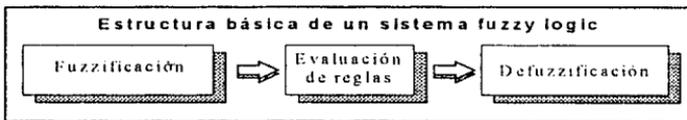
$$A \cap \bar{B} = \{(x_1 | 0.2), (x_2 | 0.7), (x_3 | 0.0), (x_4 | 0.0), (x_5 | 0.5)\}$$

$$\bar{A} \cap B = \{(x_1 | 0.5), (x_2 | 0.3), (x_3 | 0.0), (x_4 | 0.1), (x_5 | 0.5)\}$$

$$A \oplus B = \{(x_1 | 0.5), (x_2 | 0.7), (x_3 | 0.0), (x_4 | 0.1), (x_5 | 0.5)\}$$

3.4 ESTRUCTURA BASICA DE UN SISTEMA DE LOGICA DIFUSA

Aquí analizaremos los pasos a seguir para que mediante el uso de lógica difusa demos solución a un problema. Esta secuencia recibe el nombre de inferencia difusa, que no es más que decidir cual es la mejor acción al tomar una decisión en base a los datos de entrada, y se compone de tres pasos: *Modelación del problema (fuzzificación), evaluación de reglas y Traducción de resultados hacia el universo real (defuzzificación).*



En un sistema de lógica difusa solamente los elementos que se están manipulando son difusos, las reglas de la lógica están bien determinadas.

3.4.1 PROCESO DE MODELACION DEL PROBLEMA (FUZZIFICACIÓN)



Consiste en determinar el grado de membresía que un dato de entrada tiene en un conjunto difuso en especial. Podemos considerar al proceso de modelación del problema como una especie de normalización indispensable para poder trabajar con datos homogéneos.

La modelación del problema la podemos ver como la aplicación de los siguientes pasos:

- Identificación de variables de entrada, así como los rangos de acción.
- Identificación de variables de salida y sus rangos
- Creación de las funciones de membresía para las variables.

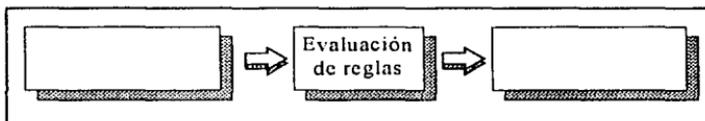
Al realizar todos estos pasos debe de tenerse en cuenta que:

- El método más recomendado para determinar los límites de los conjuntos difusos es interrogar a humanos expertos
- Las funciones de membresía deben de estar traslapadas entre sí, cuidando que el traslape no sea excesivo ni muy ligero (si sobreponemos mucho se pierde claridad en el grado de membresía, por el contrario, si el traslape es muy poco caemos en el carácter excluyente de la lógica convencional).

La solidez de la lógica difusa reside en el compartimiento de datos entre los conjuntos difusos.

- Dividir el universo en un número bajo de conjuntos difusos: ya que la lógica difusa resuelve problemas gracias a datos imprecisos, y si nosotros asignamos un alto número de sets estamos propiciando que los datos de entrada sean cada vez más precisos.

3.4.2 EVALUACIÓN DE REGLAS

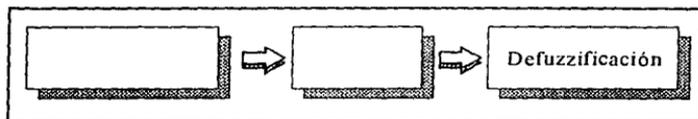


Este es el segundo paso y es la esencia del proceso, en este se efectúa toda la lógica necesaria para tomar una decisión, por tal motivo este razonamiento debe de estar normado por criterios o reglas. éstas forman una base de datos que en logica difusa se conoce como base de conocimiento (Knowledge base); las reglas se estructuran de manera tal que cubren la totalidad de las situaciones que en el sistema pueden presentarse.

Existen dos maneras de representar la base de conocimientos, una es mediante la tabulación de cada una de las reglas y la otra es mediante una matriz de reglas.

Lo más importante de la evaluación de reglas es el *contar con un experto* en la materia que ayude a elaborarlas, ya que él aporta todo el conocimiento heurístico (tanto la parte científica como empírica) sobre el tema.

3.4.3 PROSECO DE TRADUCCION DE RESULTADOS HACIA EL UNIVERSO REAL (DEFUZZIFICACION)



En términos generales es el proceso donde se mezclan todos los sets activos para obtener el resultado final. Es el último paso dentro de la inferencia difusa, es el encargado de evaluar todas las consecuencias activas y entregar una salida traducida. Existen varios métodos para la interpretación de la información de salida, entre los que se encuentran: OR, Promedio de Pesos, Centroide y Método de Singletons.

3.4.3.1 OR

Este método para interpretar la información ejecuta la acción cuya *membresía sea la mayor*, es decir, que excluye todas las salidas menores y solo selecciona la más grande. Por ejemplo: sin importar de que problema se trate, ni cuantas variables de entrada se tienen, simplemente se activaron las siguientes salidas $J=0.3$, $k=0.5$ y $L=0.75$, son tres conjuntos difusos activos con *diferente grado de membresía* cada uno: el método OR lo que hace es seleccionar $L=0.75$ y proyecta de manera semejante que en la modelación del problema, solo que ahora en vez de proyectar las x 's sobre las $\mu_L(x)$, se proyectaran las $\mu_L(x)$ sobre las x 's y de esta forma se obtendrá la salida efectiva o interpretación de la información. (Ver Fig 6).

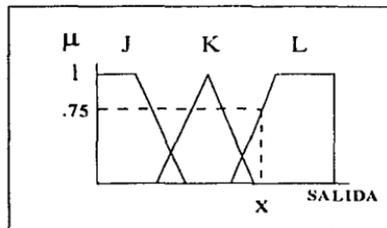


Fig. 6 Representación gráfica del método OR.

Existe un problema con este método. sufre de ambigüedad en algunos casos. por ejemplo: supongamos que solo se activan los conjuntos difusos $J=0.3$ y $k=0.5$, en este caso el método OR seleccionaría $K=0.5$ y si lo proyectamos para obtener la correspondiente x nos daremos cuenta que existen dos valores x_1 y x_2 con el mismo grado de membresía (ver figura 7), el problema es cual de estos dos valores es el bueno. el del extremo derecho o el del izquierdo; claramente se ve que $x_2 > x_1$, por tanto la salida O_2 es mayor que la salida O_1 ; el problema se acentúa para una función de membresía trapezoidal cuando $\mu = 1$.

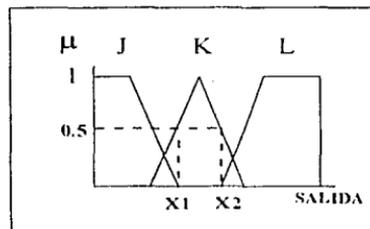


Fig. 7 Representación gráfica del método OR cuando existe ambigüedad.

3.4.3.2 PROMEDIO DE PESOS

Para este otro método de interpretación de información todas las salidas son importantes, así como sus pares de salida -las x que resultan de proyectar todos los grados de membresía-. El resultado es una combinación de las salidas y sus " x " correspondientes, puede verse como un promedio ponderado de las x 's, donde los ponderadores son los grados de membresía. La siguiente ecuación muestra como se calcula:

$$O = \frac{\sum_{i=1}^N \mu_i(x_i) x_i}{\sum_{i=1}^N \mu_i(x_i)}$$

Donde:

O es la salida defuzzificada

$\mu_i(x_i)$ es el grado de membresía de x_i en el conjunto difuso i .

x_i es elemento del set activo.

N es el número de Sets activos.

Retomando el ejemplo del punto 3.4.3.1., veamos que resultado se obtendría con este método de defuzzificación al aplicarlo a las salidas $J=0.3$, $k=0.5$ y $L=0.75$

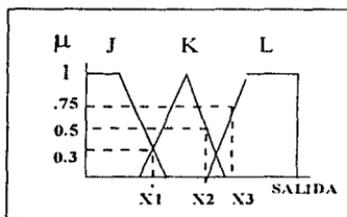


Fig. 8 Representación gráfica del método Promedio de pesos.

$$O = (0.3(x1)+0.5(x2)+0.75(x3)) / (0.3+0.5+0.75)$$

Este método tiene el mismo problema que el método OR, presenta ambigüedad con los elementos que pertenecen al mismo conjunto difuso y con la misma membresía. (ver figura 8, en el conjunto k se decidió tomar el extremo derecho, pero también existe un elemento a la izquierda con el mismo grado de membresía).

3.4.3.3 CENTROIDE

Este es otro método para defuzzificar las salidas, aquí la proyección del grado de membresía determina el tamaño real del área del fuzzy set que activa, esta área se multiplica por su par de salida correspondiente (centro de masa o centroide que es constante para el fuzzy set activo).

$$O = \frac{\sum_{i=1}^N (\text{área } i) (c_i)}{\sum_{i=1}^N (\text{área } i)}$$

Donde :

área i = Area resultante del conjunto difuso activo i.

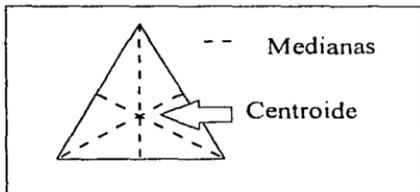
c_i = Valor del centroide del conjunto difuso activo i.

O = Salida defuzzificada.

N = número de conjuntos activos.

Baricentro, centro de gravedad, centro de masa o centroide. El centro de gravedad para algunas superficies es evidente. Para un rectángulo o círculo el centro de gravedad coincide con el centro geométrico. En general si una figura tiene un centro de simetría, ese punto es el centro de gravedad. Si una figura plana tiene un eje de simetría, el centro de gravedad estará en ese eje. Nosotros solo nos preocuparemos por saber como calcular el centroide de un triángulo y el de un trapecio, que son las formas que adoptan nuestros conjuntos.

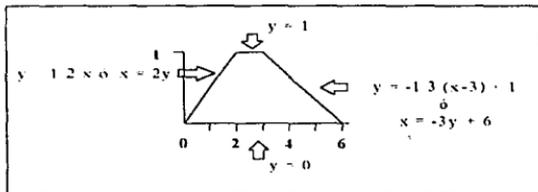
El centro de gravedad de un triángulo es el punto donde se intersectan las medianas (rectas que van del punto medio del lado de un triángulo al vértice opuesto). Es importante mencionar que este centroide se encuentra a dos terceras partes de las distancias de los puntos medios a los vértices opuestos (se encuentra a 1/3 del lado y a 2/3 del vértice opuesto).



Geoméricamente es muy fácil encontrarlo, solo se trazan las medianas y donde se intersectan es el centroide. Analíticamente lo que se hace es obtener los puntos medios de cada lado; estos nos servirán para encontrar las ecuaciones de las rectas que pasan por el punto medio y el vértice opuesto: se igualan estas ecuaciones y de esta forma obtenemos el punto de intersección (centroide).

Para un trapecio es un poco más difícil encontrar su centro de masa, por tal motivo explicaremos su cálculo con un ejemplo:

Se tiene el siguiente trapecio:



Donde los vértices son los puntos (0,0), (2,1), (3,1) y (6,0).

El área de este trapecio es $(1 + 6) \cdot 1 / 2 = 3.5 = M$

La coordenada en x del centroide esta dada por:

$$x = 1/M \int_T x \, dA$$

y la de y por:

$$y = 1/M \int_T y \, dA$$

En este caso los limites son $y = 0$, $Y = 1$, $x = 2y$, $x = -3y + 6$
entonces la coordenada en x del centroide se calcula

$$\begin{aligned} \int_T x \, dA &= \int_0^1 \int_{2y}^{-3y+6} x \, dx \, dy \\ &= \frac{1}{2} \int_0^1 x^2 \Big|_{2y}^{-3y+6} \, dy = \frac{1}{2} \int_0^1 [(-3y+6)^2 - (2y)^2] \, dy = \frac{1}{2} \int_0^1 (5y^2 - 36y + 36) \, dy \\ &= \frac{1}{2} \left[\frac{5}{3} y^3 \Big|_0^1 - 18 y^2 \Big|_0^1 + 36y \Big|_0^1 \right] = \frac{1}{2} (5/3 - 18 + 36) = \frac{1}{2} (5/3 + 18) = 59/60 = 9.8333 \\ x &= (1/3.5) * (9.83333) = 2.8085 \end{aligned}$$

y la coordenada y del centroide será:

$$\begin{aligned} \int_T y \, dA &= \int_0^1 \int_{2y}^{-3y+6} y \, dx \, dy = \int_0^1 y x \Big|_{2y}^{-3y+6} \, dy = \int_0^1 y [-3y+6-2y] \, dy \\ &= \int_0^1 y [-5y+6] \, dy = \int_0^1 (-5y^2+6y) \, dy \end{aligned}$$

$$= -5/3 + 6/2 = 8/6 = 1.3333$$

$$y = (1/3.5) * (1.3333) = 0.380951$$

3.4.3.4 MÉTODO DE SINGLETONS

Este método de interpretación la información es una variante del método del centroide, en donde se evita el cálculo de una área bajo la curva del conjunto difuso activo.

Si aplicamos la nueva área con valor fijo igual a la unidad en la ecuación del método del centroide, se evita el cálculo del área y la ecuación queda:

$$O = \frac{\sum_{i=1}^N \mu_i(y) S_i}{\sum_{i=1}^N \mu_i(y)}$$

Donde:

$\mu_i(y)$ = Grado de membresía del fuzzy set i .

S_i = Singleton representativo del fuzzy set "y".

O = Salida defuzzificada.

Este último método es el que se utilizará en nuestro caso práctico, por lo que su aplicación se verá en el siguiente capítulo.

A continuación presentamos un tabla mostrando las ventajas y desventajas de cada método.

	OR	PROMEDIO DE PESOS	CENTROIDE	SINGLETONS
VENTAJAS	Muy fácil de entender e implementar	Fácil de implementar. Preciso.	No hay ambigüedad.	No se calcula área. No hay ambigüedad.
DESVENTAJAS	Presenta ambigüedad con elementos del mismo conjunto e igual grado de membresía. No es preciso.	Ambigüedad con elementos del mismo conjunto con el mismo grado de membresía.	Calculo de áreas. Más difícil de implementar.	Requiere de más calculos. por lo cual es mas difícil de implementar.

3.5 CONCLUSIONES

Lógica difusa es una nueva técnica para resolver problemas donde las variables de entrada no son precisas, y sin embargo, se obtiene la mejor solución a nuestro problema. La parte más importante y delicada de esta técnica es el planteamiento del problema y la identificación tanto de las variables de entrada como las de salida, lo cual nos permitirá decidir el número de conjuntos difusos necesarios así como las funciones de membresía, y posteriormente se pueda elaborar la base de conocimientos (que será la que tome las decisiones).

Lógica difusa es una poderosa herramienta que fue aceptada en Japón con mucho agrado, pero que en los Estados Unidos todavía no ha sido muy bien recibida por algunas personas. Son muy respetables los dos puntos de vista, pero en lo particular, creemos que esta técnica es de las más novedosas, fáciles de entender, fáciles de implementar en una computadora, permite el manejo de situaciones con un lenguaje natural y por si fuera poco da la solución optima a los problemas a pesar de que sus entradas son imprecisas.

Lógica difusa se puede aplicar en la solución de cualquier problema, lo unico que hay que tener en mente, es que se debe de contar siempre con un experto en la materia del problema.

Habrá personas a las que no les convenga del todo, lo cierto es que el buen funcionamiento de la técnica depende en su totalidad del diseñador del sistema difuso.

CAPITULO IV
CASO PRACTICO: SELECCION DE
INSTRUMENTOS QUE FORMARAN UNA
CARTERA DE INVERSION UTILIZANDO FUZZY LOGIC



CASO PRACTICO SELECCION DE INSTRUMENTOS QUE FORMARAN UNA CARTERA DE INVERSION UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA.

Incluso los mejores diseñadores de sistemas difusos trabajan a base de ensayo y error. Es necesario afinar los sistemas para que funcionen adecuadamente, y eso puede ser un proceso laborioso y lento.

Chris Colburt.

*Jefe del departamento Cliente/Servidor
Johnson Space Center*

En este capítulo aplicaremos la teoría sobre sistemas difusos al caso de *Inversiones*. Supondremos que un inversionista "X" quiere conocer diferentes propuestas de inversión, dado cierto nivel de riesgo y/o rendimiento; nuestro objetivo es proporcionarle esas diferentes propuestas de inversión en instrumentos de deuda.

Desarrollaremos un software que sea capaz de crear este tipo de carteras. En el punto 4.3 se mostrará parte de nuestro código; nos reservamos los derechos de autor del resto (además de que serían muchas hojas, y no es nuestra intención llenar esta tesis de código)

4.1 METODOLOGIA DE DISEÑO.

Utilizaremos a Lógica Difusa como medio de inferencia por ser una herramienta que ha demostrado buenos resultados, debido a la gran facilidad

en el manejo de datos imprecisos y a Visual Basic como compilador por ser una de las herramientas más amigables dentro del ambiente windows.

El proceso que llevará a cabo el sistema es el siguiente: el usuario dará click en la opción crear del menú cartera, en ese momento el sistema entrará a la base de datos donde se encuentran todos los instrumentos y seleccionará el primero de ellos. (todo esto con el fin de ver el porcentaje del mismo dentro del portafolio) analizará los valores de sus variables de entrada: riesgo, rendimiento, volatilidad y liquidez; regresando los grados de membresía de cada variable en los conjuntos difusos que activa; posteriormente accederá a la base de conocimientos - reglas de inferencia - donde evaluará cada una de las reglas, obteniendo como resultado un número "n" de reglas encendidas, por último dará una sola respuesta ya traducida a través de la defuzzificación (utilizando Singletons); una vez que haya recorrido todos los instrumentos y obtenido una respuesta se sacará la parte proporcional de ese instrumento dentro de la cartera.

4.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El problema consiste en saber qué instrumentos - dentro de una gama de ellos - y qué porcentaje de cada uno, formará la cartera de inversión; en nuestro caso no tomaremos en cuenta las restricciones que marca la ley de sociedades de inversión, el hecho de incluirlas implicaría un pequeño esfuerzo extra pero incrementaría el grado de dificultad para su buena comprensión.

Se cuenta con una base de datos que contiene los instrumentos disponibles en el sistema y con una base de conocimientos - incluida dentro del código en forma de reglas - que es la encargada de tomar las decisiones.

4.2.1 IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES DE ENTRADA Y RANGOS.

En esta etapa debemos de considerar todos los datos con los que contamos y que son útiles para la inferencia.

Estos datos son : la liquidez del instrumento, el riesgo del instrumento, la volatilidad, y por supuesto, el rendimiento que otorga.

Cada una de estas variables, así como sus conjuntos difusos se listan a continuación :

- Liquidez (mucha, regular, nada)
- Riesgo (mucho, regular, poco, nada)
- Volatilidad (mucha, regular, nada)
- Rendimiento (alto, medio, bajo)

4.2.2 IDENTIFICACION DE VARIABLES DE SALIDA Y SUS RANGOS.

Desde el planteamiento del problema nosotros perseguimos un objetivo - conocer el porcentaje de cada instrumento dentro de una cartera -, es aquí donde le asignamos un nombre a esta variable y examinamos su universo.

A la variable de salida le llamaremos *inversión* y sus conjuntos difusos serán: *nada, un poco, más o menos, regular y mucho*; esta variable tendrá un rango de 0 a 100%.

4.2.3 CREACION DE LAS FUNCIONES DE MEMBRESIA.

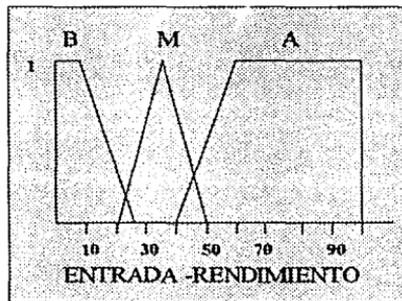
Debemos de definir los grados de membresia tanto para las variables de entrada como para la de la salida.

Tanto para las funciones de membresia como para la elaboración de las reglas es indispensable contar con un experto en la materia, en este caso, para elaborar los conjuntos difusos y asignar sus respectivos rangos.

Con el fin de ejemplificar el proceso, crearemos de forma arbitraria los conjuntos difusos para cada variable: así como los rangos de cada una.

Entrada - Rendimiento.

Se mueve en el intervalo $[0, 100]$ %; si un rendimiento llegase a ser superior al 100%, se considerara que pertenece al conjunto difuso alto con un grado de membresia de 1.



La función de membresia esta dada por:

if $x > 0$ and $x \leq 10$ then

$$\mu_B(x) = 1$$

```

end if
if x>=10 and x<=25 then
     $\mu_B(x) = ((y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)) * (x - x_1) + y_1$ 
     $\mu_B(x) = ((0 - 1) / (25 - 10)) * (x - 10) + 1 = -1/15(x-10) + 1$ 
end if
if x>=20 and x<=35 then
     $\mu_M(x) = ((1 - 0) / (35 - 20)) * (x - 20) = 1/15(x - 20)$ 
end if
if x>=35 and x<=50 then
     $\mu_M(x) = ((0 - 1) / (50 - 35)) * (x - 35) + 1 = -1/15(x - 35) + 1$ 
end if
if x>=40 and x<=60 then
     $\mu_A(x) = ((1 - 0) / (60 - 40)) * (x - 40) = 1/20(x - 40)$ 
end if
if x>=60 then
     $\mu_A(x) = 1$ 
end if

```

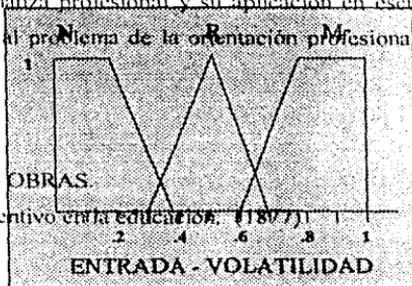
Entrada - Volatilidad.

Asignaremos el intervalo [0,1] para esta variable de forma arbitraria, con 3 conjuntos difusos.

desarrollo de la enseñanza profesional y su aplicación en escuelas-taller, dando una gran importancia al problema de la orientación profesional en función de las necesidades sociales.

PRINCIPALES OBRAS.

El sistema preventivo en la educación. (1877)



Los grados de membresía se obtienen de la misma forma que los de la variable rendimiento x .

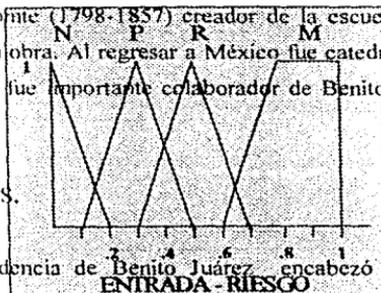
(1820-1881)

Entrada - Riesgo.

Esta variable se maneja en el intervalo [0, 1] siendo el "0" su peso y el "1" totalmente riesgoso. Médico y educador. Fue el más estudioso de derecho y medicina y fue uno de los protagonistas de la guerra contra los Estados Unidos. En 1881 viajó a París en donde conoció a A. Comte (1798-1857) creador de la escuela positivista, cuya influencia aparece en su obra. Al regresar a México fue catedrático en la Escuela de Medicina y después fue importante colaborador de Benito Juárez durante su gobierno.

APORTACIONES.

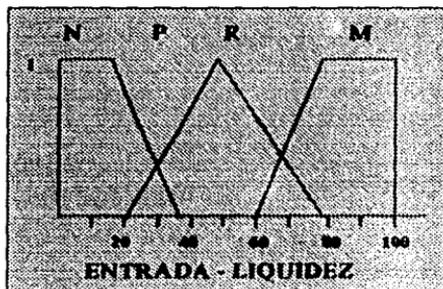
Durante la presidencia de Benito Juárez encabezó los trabajos de la comisión que formuló la ley del 2 de diciembre de 1867, cuyos principios tienen vigencia en la actualidad ya que en esta se eleva al carácter de constitucional la educación básica. En 1868 propuso la creación de la Escuela Nacional



```
 $\mu_N(x) = -1/2(x)+1$   
end if  
if  $x > .1$  and  $x \leq .3$  then  
   $\mu_P(x) = 1/2(x-.1)$   
end if  
if  $x > .3$  and  $x \leq .5$  then  
   $\mu_P(x) = -1/2(x-.3)+1$   
end if  
if  $x > .3$  and  $x \leq .5$  then  
   $\mu_R(x) = 1/2(x-.3)$   
end if  
if  $x > .5$  and  $x \leq .7$  then  
   $\mu_R(x) = -1/2(x-.5)+1$   
end if  
if  $x > .6$  and  $x \leq .8$  then  
   $\mu_M(x) = 1/2(x-.6)$   
end if  
if  $x > .8$  then  
   $\mu_M(x) = 1$   
end if
```

Entrada - Liquidez.

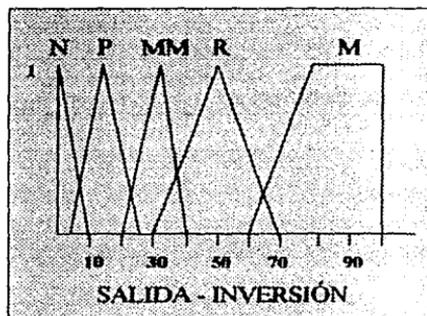
La liquidez la tomaremos en el intervalo $[0,100]$: entendiendo por liquidez la facilidad con que se puede comprar o vender (ver punto 1.1.2) tal vez en este caso en particular, lo podríamos considerar también como la bursatilidad.



Los grados de membresía se obtienen de la misma forma que los de la variable rendimiento solo cambian los rangos.

Salida - Inversión.

Se mueve en el intervalo $[0, 100]$, lo cual significa la proporción del capital a invertir.



if $x \geq 0$ and $x \leq 10$ then

```

$$\mu_N(x) = -1/10(x)+1$$
end if  
if  $x \geq 5$  and  $x < 15$  then  
  
$$\mu_P(x) = 1/10(x-5)$$
end if  
if  $x \geq 15$  and  $x \leq 25$  then  
  
$$\mu_P(x) = -1/10(x-15)+1$$
end if  
if  $x \geq 20$  and  $x \leq 30$  then  
  
$$\mu_{MM}(x) = 1/10(x-20)$$
end if  
if  $x \geq 30$  and  $x \leq 40$  then  
  
$$\mu_{MM}(x) = -1/10(x-30)+1$$
end if  
if  $x \geq 30$  and  $x \leq 50$  then  
  
$$\mu_R(x) = 1/20(x-30)$$
end if  
if  $x \geq 50$  and  $x \leq 70$  then  
  
$$\mu_R(x) = -1/20(x-50)+1$$
end if  
if  $x \geq 60$  and  $x \leq 80$  then  
  
$$\mu_M(x) = 1/20(x-60)$$
end if  
if  $x \geq 80$  then  
  
$$\mu_M(x) = 1$$
end if
```

4.2.4 FORMULACION DE LA BASE DE CONOCIMIENTOS.

Esta base de conocimientos es la encargada de tomar las decisiones de inversión en base a las entradas que recibe, se encuentra formada por sentencias del tipo IF (var1, var2, var3, var4) THEN var5 - *Si antecedente Entonces consecuente* -. El número de reglas esta en función de los fuzzy sets existentes por cada variable, es decir, las combinaciones de todos los posibles conjuntos de cada variable.

En nuestro caso las cuatro variables de entrada son: liquidez, riesgo, volatilidad y rendimiento: con 3, 4, 3 y 3 conjuntos difusos respectivamente, lo cual da lugar a $3 \times 4 \times 3 \times 3 = 108$ reglas. Podríamos generar esas 108 reglas a lápiz y papel, pero además de ser un proceso lento es también inseguro: ya que tal vez se repetirían algunas combinaciones y omitirían otras tantas.

Para evitar esas posibles fallas se generó un pequeño programa (ver Apéndice B) que es el encargado de hacer todas las combinaciones, *las consecuencias de cada regla se asignaron de manera subjetiva*. Lo que se debe de hacer en todo sistema difuso es contar con un experto en la materia el cual ayudara a formar la base de conocimientos y de esta manera se podrán tomar las decisiones correctas.

Cabe mencionar que dentro de estas 108 reglas habrá algunas que tal vez nunca se activen, ya que en el mundo real sería imposible que se cumplieran; se consideran todas las reglas para evitar alguna omisión que en algún momento fuera importante.

A continuación se muestran todas las reglas así como sus consecuencias:

IF liquidez mucha AND riesgo mucho AND volatilidad mucha AND rendimiento alto THEN inversión mas o menos

IF liquidez mucha AND riesgo mucho AND volatilidad mucha AND rendimiento medio THEN inversión un poco

IF liquidez mucha AND riesgo mucho AND volatilidad mucha AND rendimiento bajo THEN inversión nada

IF liquidez mucha AND riesgo mucho AND volatilidad regular AND rendimiento alto THEN inversión mas o menos

IF liquidez mucha AND riesgo mucho AND volatilidad regular AND rendimiento medio THEN inversión un poco

IF liquidez mucha AND riesgo mucho AND volatilidad regular AND rendimiento bajo THEN inversión nada

IF liquidez mucha AND riesgo mucho AND volatilidad nada AND rendimiento alto THEN inversión mas o menos

IF liquidez mucha AND riesgo mucho AND volatilidad nada AND rendimiento medio THEN inversión un poco

IF liquidez mucha AND riesgo mucho AND volatilidad nada AND rendimiento bajo THEN inversión nada

IF liquidez mucha AND riesgo regular AND volatilidad mucha AND rendimiento alto THEN inversión regular

IF liquidez mucha AND riesgo regular AND volatilidad mucha AND rendimiento medio THEN inversión mas o menos

IF liquidez mucha AND riesgo regular AND volatilidad mucha AND rendimiento bajo THEN inversión nada

IF liquidez mucha AND riesgo regular AND volatilidad regular AND rendimiento alto THEN inversión regular

IF liquidez mucha AND riesgo regular AND volatilidad regular AND rendimiento medio THEN inversión mas o menos

IF liquidez mucha AND riesgo regular AND volatilidad regular AND rendimiento bajo THEN inversión un poco

IF liquidez mucha AND riesgo regular AND volatilidad nada AND rendimiento alto THEN inversión regular

IF liquidez mucha AND riesgo regular AND volatilidad nada AND rendimiento medio THEN inversión mas o menos

IF liquidez mucha AND riesgo regular AND volatilidad nada AND rendimiento bajo THEN inversión un poco

IF liquidez mucha AND riesgo poco AND volatilidad mucha AND rendimiento alto THEN inversión mucho

IF liquidez mucha AND riesgo poco AND volatilidad mucha AND rendimiento medio THEN inversión regular

IF liquidez mucha AND riesgo poco AND volatilidad mucha AND rendimiento bajo THEN inversión nada

IF liquidez mucha AND riesgo poco AND volatilidad regular AND rendimiento alto THEN inversión mucho

IF liquidez mucha AND riesgo poco AND volatilidad regular AND rendimiento medio THEN inversión regular

IF liquidez mucha AND riesgo poco AND volatilidad regular AND rendimiento bajo THEN inversión un poco

IF liquidez mucha AND riesgo poco AND volatilidad nada AND rendimiento alto THEN inversión mucho

IF liquidez mucha AND riesgo poco AND volatilidad nada AND rendimiento medio THEN inversión regular

IF liquidez mucha AND riesgo poco AND volatilidad nada AND rendimiento bajo THEN inversión un poco

IF liquidez mucha AND riesgo nada AND volatilidad mucha AND rendimiento alto
THEN inversión mucho

IF liquidez mucha AND riesgo nada AND volatilidad mucha AND rendimiento
medio THEN inversión regular

IF liquidez mucha AND riesgo nada AND volatilidad mucha AND rendimiento bajo
THEN inversión un poco

IF liquidez mucha AND riesgo nada AND volatilidad regular AND rendimiento alto
THEN inversión mucho

IF liquidez mucha AND riesgo nada AND volatilidad regular AND rendimiento
medio THEN inversión regular

IF liquidez mucha AND riesgo nada AND volatilidad regular AND rendimiento bajo
THEN inversión un poco

IF liquidez mucha AND riesgo nada AND volatilidad nada AND rendimiento alto
THEN inversión mucho

IF liquidez mucha AND riesgo nada AND volatilidad nada AND rendimiento medio
THEN inversión regular

IF liquidez mucha AND riesgo nada AND volatilidad nada AND rendimiento bajo
THEN inversión poco

IF liquidez regular AND riesgo mucho AND volatilidad mucha AND rendimiento
alto THEN inversión un poco

IF liquidez regular AND riesgo mucho AND volatilidad mucha AND rendimiento
medio THEN inversión un poco

IF liquidez regular AND riesgo mucho AND volatilidad mucha AND rendimiento
bajo THEN inversión nada

IF liquidez regular AND riesgo mucho AND volatilidad regular AND rendimiento
alto THEN inversión regular

IF liquidez regular AND riesgo mucho AND volatilidad regular AND rendimiento medio THEN inversión un poco

IF liquidez regular AND riesgo mucho AND volatilidad regular AND rendimiento bajo THEN inversión nada

IF liquidez regular AND riesgo mucho AND volatilidad nada AND rendimiento alto THEN inversión regular

IF liquidez regular AND riesgo mucho AND volatilidad nada AND rendimiento medio THEN inversión poca

IF liquidez regular AND riesgo mucho AND volatilidad nada AND rendimiento bajo THEN inversión nada

IF liquidez regular AND riesgo regular AND volatilidad mucha AND rendimiento alto THEN inversión regular

IF liquidez regular AND riesgo regular AND volatilidad mucha AND rendimiento medio THEN inversión mas o menos

IF liquidez regular AND riesgo regular AND volatilidad mucha AND rendimiento bajo THEN inversión nada

IF liquidez regular AND riesgo regular AND volatilidad regular AND rendimiento alto THEN inversión regular

IF liquidez regular AND riesgo regular AND volatilidad regular AND rendimiento medio THEN inversión un poco

IF liquidez regular AND riesgo regular AND volatilidad regular AND rendimiento bajo THEN inversión nada

IF liquidez regular AND riesgo regular AND volatilidad nada AND rendimiento alto THEN inversión mucho

IF liquidez regular AND riesgo regular AND volatilidad nada AND rendimiento medio THEN inversión regular

IF liquidez regular AND riesgo regular AND volatilidad nada AND rendimiento bajo THEN inversión nada

IF liquidez regular AND riesgo poco AND volatilidad mucha AND rendimiento alto THEN inversión mucho

IF liquidez regular AND riesgo poco AND volatilidad mucha AND rendimiento medio THEN inversión regular

IF liquidez regular AND riesgo poco AND volatilidad mucha AND rendimiento bajo THEN inversión un poco

IF liquidez regular AND riesgo poco AND volatilidad regular AND rendimiento alto THEN inversión mucho

IF liquidez regular AND riesgo poco AND volatilidad regular AND rendimiento medio THEN inversión regular

IF liquidez regular AND riesgo poco AND volatilidad regular AND rendimiento bajo THEN inversión un poco

IF liquidez regular AND riesgo poco AND volatilidad nada AND rendimiento alto THEN inversión mucho

IF liquidez regular AND riesgo poco AND volatilidad nada AND rendimiento medio THEN inversión regular

IF liquidez regular AND riesgo poco AND volatilidad nada AND rendimiento bajo THEN inversión un poco

IF liquidez regular AND riesgo nada AND volatilidad mucha AND rendimiento alto THEN inversión mucho

IF liquidez regular AND riesgo nada AND volatilidad mucha AND rendimiento medio THEN inversión regular

IF liquidez regular AND riesgo nada AND volatilidad mucha AND rendimiento bajo THEN inversión un poco

IF liquidez regular AND riesgo nada AND volatilidad regular AND rendimiento alto THEN inversión mucho

IF liquidez regular AND riesgo nada AND volatilidad regular AND rendimiento medio THEN inversión regular

IF liquidez regular AND riesgo nada AND volatilidad regular AND rendimiento bajo THEN inversión un poco

IF liquidez regular AND riesgo nada AND volatilidad nada AND rendimiento alto THEN inversión mucho

IF liquidez regular AND riesgo nada AND volatilidad nada AND rendimiento medio THEN inversión regular

IF liquidez regular AND riesgo nada AND volatilidad nada AND rendimiento bajo THEN inversión un poco

IF liquidez nada AND riesgo mucho AND volatilidad mucha AND rendimiento alto THEN inversión un poco

IF liquidez nada AND riesgo mucho AND volatilidad mucha AND rendimiento medio THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo mucho AND volatilidad mucha AND rendimiento bajo THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo mucho AND volatilidad regular AND rendimiento alto THEN inversión un poco

IF liquidez nada AND riesgo mucho AND volatilidad regular AND rendimiento medio THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo mucho AND volatilidad regular AND rendimiento bajo THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo mucho AND volatilidad nada AND rendimiento alto THEN inversión un poco

IF liquidez nada AND riesgo mucho AND volatilidad nada AND rendimiento medio
THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo mucho AND volatilidad nada AND rendimiento bajo
THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo regular AND volatilidad mucha AND rendimiento alto
THEN inversión un poco

IF liquidez nada AND riesgo regular AND volatilidad mucha AND rendimiento
medio THEN inversión un poco

IF liquidez nada AND riesgo regular AND volatilidad mucha AND rendimiento bajo
THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo regular AND volatilidad regular AND rendimiento alto
THEN inversión un poco

IF liquidez nada AND riesgo regular AND volatilidad regular AND rendimiento
medio THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo regular AND volatilidad regular AND rendimiento
bajo THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo regular AND volatilidad nada AND rendimiento alto
THEN inversión un poco

IF liquidez nada AND riesgo regular AND volatilidad nada AND rendimiento
medio THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo regular AND volatilidad nada AND rendimiento bajo
THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo poco AND volatilidad mucha AND rendimiento alto
THEN inversión mas o menos

IF liquidez nada AND riesgo poco AND volatilidad mucha AND rendimiento medio
THEN inversión un poco

IF liquidez nada AND riesgo poco AND volatilidad mucha AND rendimiento bajo
THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo poco AND volatilidad regular AND rendimiento alto
THEN inversión mas o menos

IF liquidez nada AND riesgo poco AND volatilidad regular AND rendimiento medio
THEN inversión un poco

IF liquidez nada AND riesgo poco AND volatilidad regular AND rendimiento bajo
THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo poco AND volatilidad nada AND rendimiento alto
THEN inversión mas o menos

IF liquidez nada AND riesgo poco AND volatilidad nada AND rendimiento medio
THEN inversión un poco

IF liquidez nada AND riesgo poco AND volatilidad nada AND rendimiento bajo
THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo nada AND volatilidad mucha AND rendimiento alto
THEN inversión regular

IF liquidez nada AND riesgo nada AND volatilidad mucha AND rendimiento medio
THEN inversión mas o menos

IF liquidez nada AND riesgo nada AND volatilidad mucha AND rendimiento bajo
THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo nada AND volatilidad regular AND rendimiento alto
THEN inversión regular

IF liquidez nada AND riesgo nada AND volatilidad regular AND rendimiento
medio THEN inversión mas o menos

IF liquidez nada AND riesgo nada AND volatilidad regular AND rendimiento bajo
THEN inversión nada

IF liquidez nada AND riesgo nada AND volatilidad nada AND rendimiento alto
THEN inversión regular

IF liquidez nada AND riesgo nada AND volatilidad nada AND rendimiento medio
THEN inversión mas o menos

IF liquidez nada AND riesgo nada AND volatilidad nada AND rendimiento bajo
THEN inversión nada

Quando una regla se cumple se dice que se activa o dispara y cuando no se cumple se dice que esta inactiva.

4.2.5 DETERMINACION DE LAS ACCIONES DE SALIDA.

Realizada la inferencia se debe tomar una acción resultante de todas las que se activaron, nosotros emplearemos el método de Singletons, para lo cual necesitamos saber el centroide de cada uno de los conjuntos difusos de la variable de salida inversión: es decir, los centroides de: Nada, Poco, Más o Menos, Regular y Mucho.

Los centroides de los conjuntos difusos Poco, Más o Menos y Regular son muy obvios, ya que tienen un eje de simetría, por tanto la coordenada en x estará sobre este eje de simetría y la coordenada en y estará a $1/3$, ya que la altura total es de 1 y sabemos (ver punto 3.4.3.3.) que el centroide en un triángulo se encuentra a $1/3$ del lado; por tanto los centroides de estos conjuntos se encuentran en: Poco $(15, 1/3)$, Más o Menos $(30, 1/3)$ y Regular $(50, 1/3)$.

Los centroides de los conjuntos difusos Nada y Mucho necesitaron un poco más de cálculos; a continuación los presentamos (los otros centroides se pueden comprobar de la misma manera).



Para el conjunto difuso Nada se tiene:

$$\text{Area} = M = 5$$

$$\begin{aligned} \int_0^1 \int_0^{-10y+10} x \, dx \, dy &= \frac{1}{2} \int_0^1 x^2 \Big|_0^{-10y+10} \, dx \, dy = \frac{1}{2} \int_0^1 (10-10y)^2 \, dy = \frac{1}{2} \int_0^1 (100-200y+100y^2) \, dy = \\ &= \frac{1}{2} (100-100+100/3) = 100/6 = 50/3 \end{aligned}$$

por lo tanto $x = 1/M \int_T x \, dA = 50/15 = 3.3333$

$$\begin{aligned} \int_0^1 \int_0^{-10y+10} y \, dx \, dy &= \int_0^1 yx \Big|_0^{-10y+10} \, dx \, dy = \int_0^1 y(-10y+10) \, dy = \int_0^1 10y^2+10y \, dy = \\ &= -10/3 + 10/2 = 5/3 \end{aligned}$$

por lo tanto $y = 1/M \int_T y \, dA = 1/3$

Para el conjunto difuso Mucho se tiene:

$$\text{Area} = M = 30$$

$$\int_0^1 \int_{20y+60}^{100} x \, dx \, dy = \frac{1}{2} \int_0^1 x^2 \Big|_{20y+60}^{100} \, dx \, dy = 2533.3333$$

por tanto $x = 84.4444$

y haciendo lo mismo se obtiene que $y = 0.4444$

4.3 CODIGO DEL PROGRAMA PARA SELECCIONAR INSTRUMENTOS.

En este punto mostramos parte del código del programa en V.B. con el fin de que se conozcan algunos de los procedimientos y se vea como se

implemento la lógica difusa en una Pc. Nos reservamos el derecho de autor, para el resto del código: así como algunos comentarios dentro del mismo.

```
Function DegreeOfMem (y) As Double 'funcion que regresa, dado el grado
Dim xs As Double 'de membresia, la correspondiente x
'que la genero.
```

```
'Primer conjunto difuso de inversion
```

$$xs = 10 * (1 - y)$$

```
'Segundo conjunto difuso
```

$$xs = 10 * y + 5$$

$$xs = -10 * y + 25$$

```
'Tercer conjunto difuso
```

$$xs = 10 * y + 20$$

$$xs = -10 * (y - 1) + 30$$

```
'Cuarto conjunto difuso
```

$$xs = 20 * y + 30$$

$$xs = -20 * (y - 1) + 50$$

```
'Quinto conjunto difuso
```

$$xs = 20 * y + 60$$

$$xs = 100$$

```
End Function
```

```
Function MemInversion (x) As Double
```

```
Dim mN As Double
```

```
Dim mP As Double
```

```
Dim mMM As Double
```

```
Dim mR As Double
```

```
Dim mM As Double
```

$$\text{VecInv}(1, 1) = 0$$

$$\text{VecInv}(1, 2) = 0$$

$$\text{VecInv}(2, 1) = 0$$

$$\text{VecInv}(2, 2) = 0$$

$$\text{VecInv}(3, 1) = 0$$

$$\text{VecInv}(3, 2) = 0$$

$$\text{VecInv}(4, 1) = 0$$

$\text{VecInv}(4, 2) = 0$
 $\text{VecInv}(5, 1) = 0$
 $\text{VecInv}(5, 2) = 0$

```

If x >= 0 And x <= 10 Then
  mN = -1 / 10 * (x) + 1
  VecInv(1, 1) = 1
  VecInv(1, 2) = mN
End If
If x >= 5 And x <= 15 Then
  mP = 1 / 10 * (x - 5)
  VecInv(2, 1) = 1
  VecInv(2, 2) = mP
End If
If x >= 15 And x <= 25 Then
  mP = -1 / 10 * (x - 15) + 1
  VecInv(2, 1) = 1
  VecInv(2, 2) = mP
End If
If x >= 20 And x <= 30 Then
  mMM = 1 / 10 * (x - 20)
  VecInv(3, 1) = 1
  VecInv(3, 2) = mMM
End If
If x >= 30 And x <= 40 Then
  mMM = -1 / 10 * (x - 30) + 1
  VecInv(3, 1) = 1
  VecInv(3, 2) = mMM
End If
If x >= 30 And x <= 50 Then
  mR = 1 / 20 * (x - 30)
  VecInv(4, 1) = 1
  VecInv(4, 2) = mR
End If
If x >= 50 And x <= 70 Then
  mR = -1 / 20 * (x - 50) + 1
  VecInv(4, 1) = 1
  VecInv(4, 2) = mR
End If
If x >= 60 And x <= 80 Then
  mM = 1 / 20 * (x - 60)
  VecInv(5, 1) = 1
  VecInv(5, 2) = mM
End If

```

```

If x >= 80 Then
    mM = 1
    VecInv(5, 1) = 1
    VecInv(5, 2) = mM
End If
End Function
Function MemRiesgo (x) As Double
Dim mN As Double      ' Declaracion de variables
Dim mP As Double      ' locales a esta funcion.
Dim mR As Double
Dim mM As Double
VecRie(1, 1) = 0      ' Inicializa la matriz en ceros
VecRie(1, 2) = 0
VecRie(2, 1) = 0
VecRie(2, 2) = 0
VecRie(3, 1) = 0
VecRie(3, 2) = 0
VecRie(4, 1) = 0
VecRie(4, 2) = 0

If x >= 0 And x <= .2 Then
    mN = -1 / .2 * (x) + 1
    VecRie(1, 1) = 1
    VecRie(1, 2) = Format(mN, "0.#####")
End If
If x > .1 And x <= .3 Then
    mP = 1 - .2 * (x - .1)
    VecRie(2, 1) = 1
    VecRie(2, 2) = Format(mP, "0.#####")
End If
If x > .3 And x <= .5 Then
    mP = -1 / .2 * (x - .3) + 1
    VecRie(2, 1) = 1
    VecRie(2, 2) = Format(mP, "0.#####")
End If
If x > .3 And x <= .5 Then
    mR = 1 - .2 * (x - .3)
    VecRie(3, 1) = 1
    VecRie(3, 2) = Format(mR, "0.#####")
End If
If x > .5 And x <= .7 Then
    mR = -1 / .2 * (x - .5) + 1
    VecRie(3, 1) = 1
    VecRie(3, 2) = Format(mR, "0.#####")

```



```
End If
If x >= .6 And x <= .8 Then
    mM = 1 - .2 * (x - .6)
    VecRie(4, 1) = 1
    VecRie(4, 2) = Format(mM, "0.#####")
End If
If x >= .8 Then
    mM = 1
    VecRie(4, 1) = 1
    VecRie(4, 2) = Format(mM, "0.#####")
End If
End Function
Sub Form_Load ()
    Dim cuantos As Integer
    cuantos = 0
    form4!Data1.Refresh
    Do While Not form4!Data1.Recordset.EOF
        cuantos = cuantos + 1
        form4!Data1.Recordset.MoveNext
    Loop
    form2!graph1.numpoints = cuantos
    form4!Data1.Refresh
    Do While Not form4!Data1.Recordset.EOF
        form2!graph1.ThisSet = 1
        form2!graph1.GraphData = form4!Data1.Recordset(1)
        form4!Data1.Recordset.MoveNext
    Loop
    form4!Data1.Refresh
    Do While Not form4!Data1.Recordset.EOF
        form2!graph1.ThisSet = 2
        form2!graph1.GraphData = form4!Data1.Recordset(2)
        form4!Data1.Recordset.MoveNext
    Loop
    form4!Data1.Refresh
End Sub
```

4.4 GUIA RAPIDA DEL USUARIO.

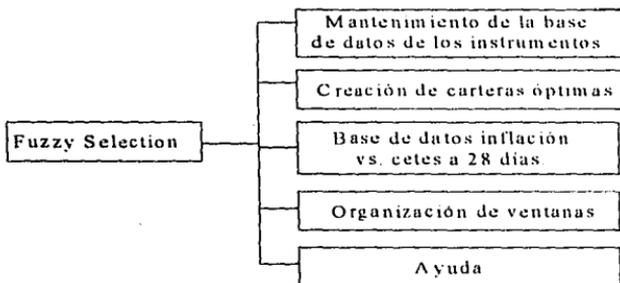
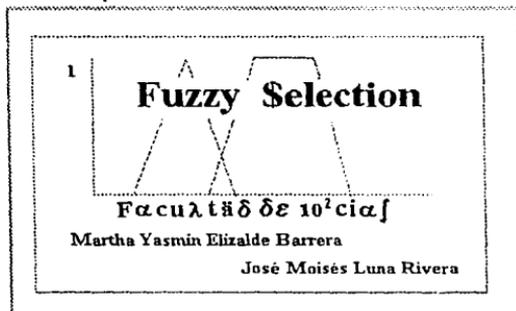
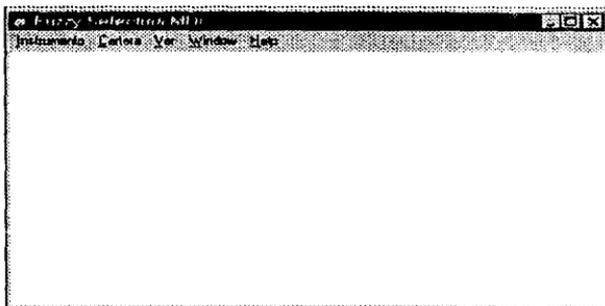


Diagrama de componentes del Sistema

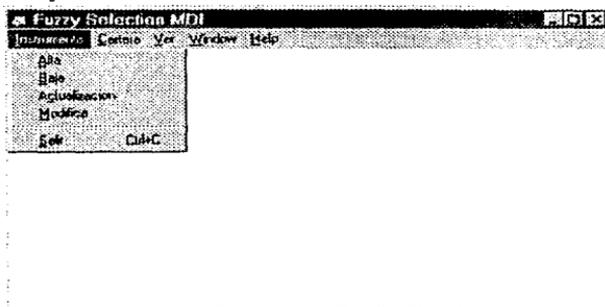
A continuación daremos una explicación en forma gráfica de que es lo que hace cada parte del sistema.



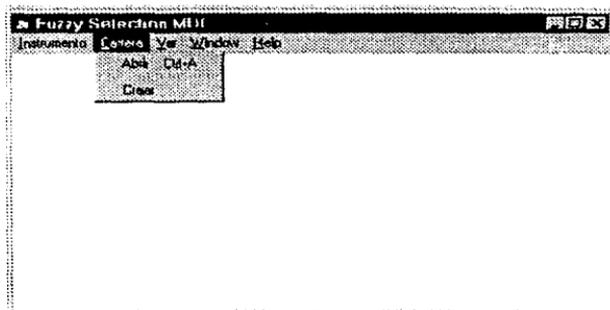
Pantalla de presentación que se carga en cuanto se ejecuta el programa.



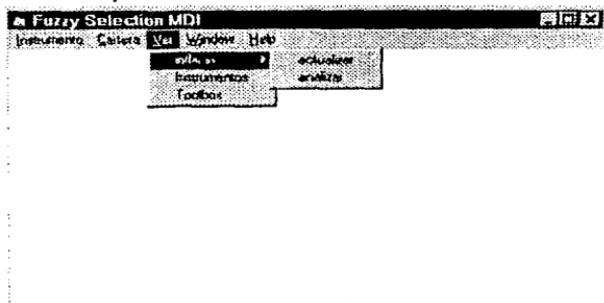
Como se trata de una aplicación MDI (Multiple Document Interfase) esta pantalla es la "forma Madre" y desde aquí se manejan el resto de las tareas



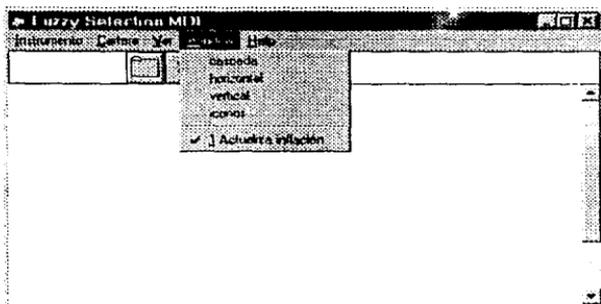
Primer menú que sirve para dar mantenimiento a los instrumentos de la base de datos



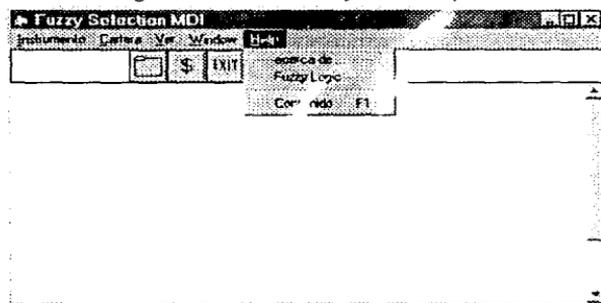
Despliega carteras ya existentes y que fueron almacenadas en archivo y la otra opción de este menú crea dichas carteras (Creación de carteras óptimas).



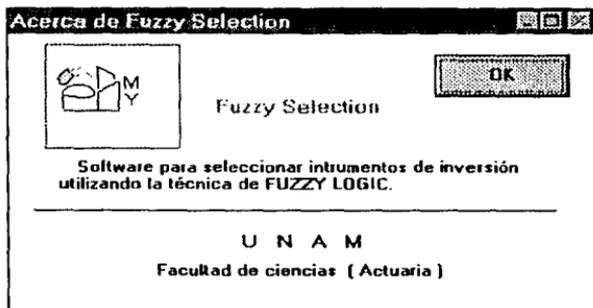
Este menú activa la barra de herramientas, despliega todos los instrumentos existentes en la base de datos y por último da mantenimiento a una base de datos donde se guardan y se comparan la inflación y la tasa de cetes a 28 días.



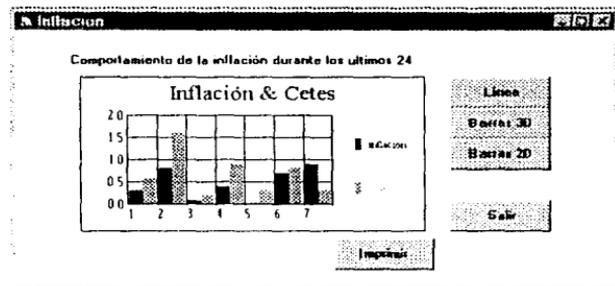
Este menú permite reacomodar todas las MDI's hijas que se encuentran cargadas en ese momento y señala la que está activa.



Este menú es para dar asesoría acerca del uso de este paquete.



Pantalla desplegada al dar click en el submenu "acerca de".



Este es el formato de las gráficas realizadas por este software, donde se compara la inflación mensual contra la tasa de cetes a 28 días. Es importante señalar que el software almacenará sólo los últimos 24 datos, con el fin de que no crezca demasiado la base de datos y se agilicen todos los procesos.

Actualizar inflación

Inflación durante los últimos 24 meses

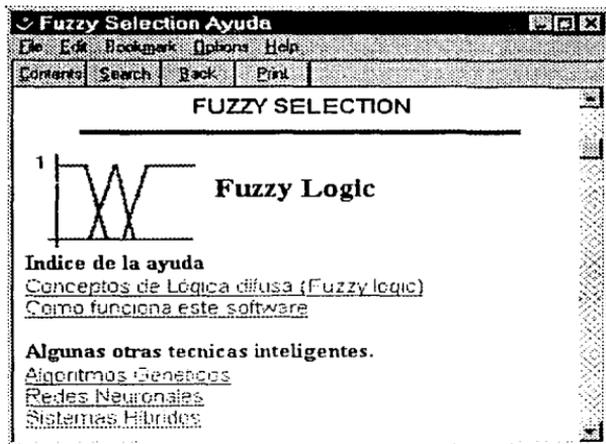
fecha	Inflación	Cetes a 28 días
01/01/96	0.3	0.6
01/03/96	0.8	1.6
01/05/96	0.1	0.2
01/08/96	0.4	0.5
01/09/96	0.01	0.3
01/11/96	0.7	0.8
30/12/96	0.9	0.3

Despliega




Salir

Despliega tanto la inflación como la tasa de cetes, con el fin de dar de alta o borrar algún registro, todo esto a través de eventos Drag and Drop e íconos. El sistema solo almacenará 24 registros (2 años) y será capaz de que en cuanto detecta el registro número 25 borrara el registro más antiguo.



Este sistema, (como toda aplicación de windows), cuenta con un sistema de ayuda que le permite al usuario un mejor entendimiento de la aplicación. Toda la ayuda esta dentro del archivo "ayuda.hlp", y el sistema accesa a ella cada que lo necesita

4.5 CONCLUSIONES.

Se implementó un sistema utilizando lógica difusa en una PC para un problema de selección de instrumentos de inversión.

El buen funcionamiento de este sistema difuso, así como el de cualquier otro, depende en buena medida del hecho de contar con un experto en la materia. en nuestro caso, un experto en instrumentos de inversión para que ayude a la elaboración de la base de conocimientos.

Asignamos valores arbitrariamente, con el fin de probar el Software.

En cualquier momento se podrá remodelar el sistema, con el apoyo de un experto en inversiones para mejorar la base de conocimientos, así como el rango de los conjuntos difusos.

Aquí se presenta la aplicación de un sistema de inversiones, del usuario depende la explotación del mismo, la versión que presentamos es *una versión Beta*.

CONCLUSIONES GENERALES

Este trabajo sirvió para conjuntar tres áreas muy importantes en la actualidad; Técnicas Inteligentes, sistemas de Información y Finanzas. A lo largo de esta tesis fuimos aprendiendo sobre estos 3 temas; con lo cual se cumplió el principal objetivo de la misma; involucrarnos como profesionistas, pudiendo aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera directa o indirectamente; así como explorar nuevas áreas de desarrollo.

También presentamos este trabajo con el fin de que sirva para consulta y como material bibliográfico; además de que mencionamos bibliografía y varios WEB Sites para ser consultados por las personas que se interesen en el tema.

El sistema que desarrollamos lo presentamos como una versión Beta, pudiendo ser mejorada en cualquier momento con información proporcionada por un experto en inversiones, sin que tenga mucha dificultad.

El problema de la selección de instrumentos de inversión ha sido atacado por muchos métodos y no dudamos que se descubran nuevos. Aquí, nosotros propusimos uno de tantos que pueden existir, aplicando Lógica Difusa.

Depende del inversionista o del asesor financiero el método a elegir, para conformar su portafolio.

Este mismo problema se puede resolver mediante la aplicación de otra de las Técnicas Inteligentes como los "Algoritmos Genéticos" (el cual podría ser tema de otra tesis).

Por otra parte el uso de la Lógica difusa se puede ampliar a cualquier otra área, donde existan problemas cuyos valores de entrada sean imprecisos.

APENDICE A



APENDICE A

TELMEX *L

ENERO DE 1995

Día	Número Operaciones	Volumen	Importe	Valor		Último Ajuste	Variación	
				Máxim	Mínimo		(\$)	(%)
2	93	9,892	101,183	10.40	10.12	10.18	(0.06)	0.59
3	471	66,047	682,676	10.52	10.14	10.18	0.00	0.00
4	509	48,997	497,791	10.38	9.94	10.38	0.20	1.96
5	281	43,491	448,786	10.44	10.20	10.26	(0.12)	1.16
6	253	28,576	297,264	10.54	10.16	10.38	0.12	1.17
9	222	19,056	191,260	10.36	9.94	10.00	(0.38)	3.66
10	377	43,967	423,566	9.90	9.30	9.60	(0.40)	4.00
11	308	28,677	277,654	10.08	9.20	9.98	0.38	3.96
12	334	44,586	444,097	10.08	9.80	9.86	(0.12)	1.20
13	258	28,952	283,705	9.96	9.70	9.70	(0.16)	1.62
16	205	27,974	273,011	9.86	9.54	9.78	0.08	0.82
17	241	54,975	538,439	9.88	9.74	9.76	(0.02)	0.20
18	216	46,941	453,465	9.78	9.60	9.76	0.00	0.00
19	177	43,565	421,406	9.74	9.58	9.60	(0.16)	1.64
20	179	31,247	301,070	9.76	9.54	9.76	0.16	1.67
23	180	12,482	123,542	10.14	9.60	10.14	0.38	3.89
24	243	26,794	276,260	10.42	10.12	10.12	(0.02)	0.20
25	163	16,056	159,335	10.18	9.82	9.88	(0.24)	2.37
26	165	18,784	182,428	9.86	9.50	9.52	(0.36)	3.64
27	159	16,653	158,011	9.58	9.36	9.48	(0.04)	0.42
30	237	20,171	194,887	9.84	9.14	9.70	0.22	2.32
31	278	26,762	267,874	10.16	9.82	10.04	0.34	3.51
ENE	5,547	704,645	6,997,710	10.54	9.14	10.04	(0.14)	1.38

TELMEX *L

FEBRERO DE 1995

Día	Número Operaciones	Volumen	Importe	Valor		Último Ajuste	Variación	
				Máxim	Mínimo		(\$)	(%)
1	237	28,941	272,482	9.68	9.22	9.30	(0.74)	7.37
2	180	28,013	256,348	9.24	9.00	9.24	(0.06)	0.65
3	241	37,198	333,422	9.12	8.88	9.04	(0.20)	2.16
6	100	10,677	96,598	9.14	8.94	9.14	0.10	1.11
7	143	12,830	117,963	9.26	9.02	9.06	(0.08)	0.88
8	140	13,193	119,684	9.16	8.91	9.04	(0.02)	0.22
9	92	11,015	99,386	9.08	8.98	9.04	0.00	0.00
10	179	26,236	240,303	9.22	9.10	9.16	0.12	1.33
13	50	2,908	26,330	9.10	9.00	9.02	(0.14)	1.53
14	150	7,790	71,320	9.20	9.10	9.18	0.16	1.77
15	204	11,874	108,500	9.20	8.70	8.76	(0.42)	4.58
16	136	16,866	150,092	9.20	8.50	9.20	0.44	5.02
17	243	34,471	301,442	9.20	8.60	8.62	(0.58)	6.30
20	101	9,052	77,044	8.60	8.44	8.44	(0.18)	2.09
21	165	21,928	181,796	8.44	8.12	8.30	(0.14)	1.66
22	225	17,165	146,584	8.76	8.16	8.70	0.40	4.82
23	139	8,008	67,427	8.62	8.10	8.20	(0.50)	5.75
24	215	16,303	134,270	8.30	8.16	8.18	(0.02)	0.24
27	121	3,914	31,833	8.30	7.96	8.02	(0.16)	1.96
28	154	4,950	40,277	8.34	8.02	8.32	0.30	3.74
FEB	3,215	323,332	2,873,495	9.68	7.96	8.32	(0.98)	10.54



TELMEX *L

MARZO DE 1995

Día	Número Operaciones	Volumen	Importe	Valor		Ultimo Ajuste	Variación	
				Máxim	Mínimo		(\$)	(%)
1	91	2,903	23,790	8.36	7.90	8.18	(0.14)	1.68
2	114	9,724	78,124	8.14	7.94	8.14	(0.04)	0.49
3	127	9,321	76,158	8.34	7.96	8.22	0.08	0.98
6	149	5,532	47,139	8.84	8.10	8.42	0.20	2.43
7	148	9,158	78,598	8.68	8.48	8.60	0.18	2.14
8	154	12,521	107,805	8.76	8.50	8.60	0.00	0.00
9	287	24,569	215,269	8.98	8.68	8.70	0.10	1.16
10	271	26,357	232,815	9.00	8.58	8.92	0.22	2.53
13	156	16,355	145,739	9.00	8.78	9.00	0.08	0.90
14	179	11,471	104,083	9.18	8.84	8.86	(0.14)	1.56
15	326	37,122	342,517	9.48	8.86	9.28	0.42	4.74
16	200	14,140	130,305	9.36	9.02	9.20	(0.08)	0.86
17	213	20,851	193,238	9.40	9.10	9.26	0.06	0.65
20	87	2,702	24,827	9.24	9.14	9.14	(0.12)	1.30
22	156	8,829	81,814	9.36	9.14	9.24	0.10	1.09
23	156	9,078	82,995	9.22	9.04	9.16	(0.08)	0.87
24	277	22,483	216,631	9.82	9.38	9.68	0.52	5.68
27	228	17,867	175,987	9.92	9.68	9.90	0.22	2.27
28	211	14,732	146,020	9.98	9.84	9.88	(0.02)	0.20
29	133	8,509	82,950	9.88	9.70	9.72	(0.16)	1.62
30	150	12,638	123,179	9.84	9.68	9.68	(0.04)	0.41
31	98	7,598	72,859	9.66	9.38	9.60	(0.08)	0.83
MAR	3,911	304,460	2,782,842	9.98	7.90	9.60	1.42	17.36

TELMEX *L

ABRIL DE 1995

Día	Número Operaciones	Volumen	Importe	Valor		Último Ajuste	Variación	
				Máxim	Mínimo		(\$)	(%)
3	199	17,160	166,878	9.96	9.58	9.90	0.30	3.13
4	257	15,324	154,221	10.26	9.60	9.60	(0.30)	3.03
5	196	13,681	133,285	9.92	9.50	9.60	0.00	0.00
6	134	9,363	89,220	9.66	9.46	9.54	(0.06)	0.63
7	177	11,723	112,014	9.60	9.46	9.60	0.06	0.63
10	200	10,329	95,427	9.34	9.08	9.10	(0.50)	5.21
11	116	8,278	74,130	9.04	8.86	8.96	(0.14)	1.54
12	247	26,856	230,561	8.76	8.50	8.60	(0.36)	4.02
17	96	7,894	67,974	8.66	8.52	8.54	(0.06)	0.70
18	181	17,929	152,469	8.56	8.46	8.54	0.00	0.00
19	151	14,326	123,079	8.64	8.52	8.58	0.04	0.47
20	210	14,484	124,131	8.66	8.44	8.64	0.06	0.70
21	244	21,690	194,502	9.06	8.74	9.02	0.38	4.40
24	216	26,058	239,034	9.26	9.08	9.20	0.18	2.00
25	260	21,103	193,860	9.26	9.00	9.02	(0.18)	1.96
26	240	26,774	245,154	9.22	9.06	9.18	0.16	1.77
27	230	36,411	330,953	9.22	8.98	9.10	(0.08)	0.87
28	113	8,932	80,469	9.08	8.90	8.98	(0.12)	1.32
ABR	3,467	308,315	2,807,361	10.26	8.44	8.98	(0.92)	9.29

TELMEX *L

MAYO DE 1995

Dia	Número Operaciones	Volumen	Importe	Valor		Ultimo Ajuste	Variación	
				Máxim	Mínimo		(\$)	(%)
2	116	8,846	79,918	9.06	8.96	9.06	0.08	0.89
3	183	19,786	181,443	9.22	9.06	9.14	0.08	0.88
4	143	23,961	217,948	9.14	9.04	9.04	(0.10)	1.09
8	111	8,430	76,282	9.10	8.90	8.90	(0.14)	1.55
9	122	6,760	61,021	9.08	8.96	9.08	0.18	2.02
10	119	11,015	99,600	9.08	8.98	9.00	(0.08)	0.88
11	84	4,533	40,553	9.00	8.90	8.96	(0.04)	0.44
12	86	9,548	85,723	9.02	8.94	9.00	0.04	0.45
15	99	9,040	82,139	9.12	9.00	9.12	0.12	1.33
16	257	31,595	292,075	9.30	9.18	9.20	0.08	0.88
17	203	28,753	265,459	9.26	9.18	9.18	(0.02)	0.22
18	152	20,318	184,420	9.14	8.96	9.02	(0.16)	1.74
19	115	18,209	161,836	8.92	8.84	8.90	(0.12)	1.33
22	143	14,336	129,854	9.20	8.94	9.20	0.30	3.37
23	227	26,652	247,458	9.34	9.26	9.32	0.12	1.30
24	125	18,194	167,944	9.34	9.10	9.14	(0.18)	1.93
25	322	37,116	330,154	9.02	8.78	8.84	(0.30)	3.28
26	192	25,364	218,686	8.70	8.48	8.68	(0.16)	1.81
29	46	1,242	10,850	8.78	8.70	8.72	0.04	0.46
30	72	4,719	41,231	8.78	8.66	8.72	0.00	0.00
31	142	12,410	107,943	8.76	8.58	8.70	(0.02)	0.23
MAY	3,059	340,827	3,082,537	9.34	8.48	8.70	(0.36)	3.97

TELMEX *L

JUNIO DE 1995

Día	Número		Importe	Valor		Último Ajuste	Variación	
	Operaciones	Volumen		Máximo	Mínimo		(\$)	(%)
1	124	11.837	105.937	9.20	8.64	9.20	0.50	5.75
2	212	27.023	251.376	9.46	9.20	9.30	0.10	1.09
5	68	3.584	33.195	9.30	9.20	9.22	(0.08)	0.86
6	122	9.697	88.456	9.24	9.06	9.10	(0.12)	1.30
7	65	6.623	59.513	9.10	8.92	8.98	(0.12)	1.32
8	75	5.258	47.329	9.04	8.98	9.00	0.02	0.22
9	111	12.936	115.547	9.00	8.96	8.92	(0.08)	0.89
12	139	7.506	68.147	9.16	8.98	9.14	0.22	2.47
13	138	11.750	107.852	9.27	9.12	9.12	(0.02)	0.22
14	68	5.371	48.803	9.12	9.06	9.12	0.00	0.00
15	87	6.715	61.145	9.12	9.06	9.12	0.00	0.00
16	152	12.536	114.147	9.12	9.10	9.16	0.04	0.44
19	97	7.998	72.189	9.12	8.94	9.06	(0.10)	1.09
20	110	6.976	61.366	8.86	8.74	8.74	(0.32)	3.53
21	84	4.897	43.292	8.96	8.70	8.92	0.18	2.06
22	126	11.861	107.770	9.20	9.00	9.02	0.10	1.12
23	55	2.773	25.065	9.12	8.94	8.96	(0.06)	0.67
26	102	4.631	41.837	9.20	8.90	9.12	0.16	1.79
27	178	24.987	231.059	9.34	9.18	9.20	0.08	0.88
28	162	9.568	88.691	9.36	9.20	9.36	0.16	1.74
29	142	10.891	100.933	9.38	9.14	9.14	(0.22)	2.35
30	85	5.654	52.137	9.28	9.16	9.22	0.08	0.88
JUN	2,502	211,072	1,926,280	9.46	8.64	9.22	0.02	0.22

TELMEX *L

JULIO DE 1995

Dia	Número Operaciones	Volumen	Importe	Valor		Último Ajuste	Variación	
				Máxim	Mínimo		(\$)	(%)
3	85	12,224	112,697	9.26	9.18	9.26	0.04	0.43
4	37	572	5,250	9.20	9.16	9.20	(0.06)	0.65
5	209	12,282	115,605	9.58	9.26	9.58	0.38	4.13
6	271	23,490	232,227	9.98	9.58	9.96	0.38	3.97
7	309	17,190	175,178	10.38	10.00	10.36	0.40	4.02
10	245	14,676	155,934	10.82	10.44	10.82	0.46	4.44
11	233	19,919	211,462	10.82	10.48	10.66	(0.16)	1.48
12	197	14,627	156,096	10.76	10.56	10.70	0.04	0.38
13	208	18,104	196,283	10.90	10.70	10.72	0.02	0.19
14	127	8,016	85,591	10.78	10.56	10.58	(0.14)	1.31
17	110	4,238	45,158	10.76	10.52	10.52	(0.06)	0.57
18	197	13,768	142,484	10.46	10.22	10.40	(0.12)	1.14
19	354	34,009	345,211	10.32	9.86	10.16	(0.24)	2.31
20	183	14,329	145,880	10.36	10.02	10.36	0.20	1.97
21	225	12,285	129,848	10.72	10.42	10.62	0.26	2.51
24	224	14,568	157,585	10.92	10.72	10.80	0.18	1.69
25	132	6,737	72,337	10.84	10.66	10.66	(0.14)	1.30
26	234	23,290	241,619	10.64	10.26	10.28	(0.38)	3.56
27	158	9,593	97,585	10.32	10.02	10.14	(0.14)	1.36
28	85	7,040	71,435	10.26	10.10	10.14	0.00	0.00
31	97	4,431	44,759	10.26	10.06	10.14	0.00	0.00
JUL.	3,920	285,388	2,940,224	10.92	9.16	10.14	0.88	9.50

TELMEX *L

AGOSTO DE 1995

Dia	Número Operaciones	Volumen	Importe	Valor		Ultimo Ajuste	Variación	
				Máxim	Mínimo		(\$)	(%)
1	128	9,401	94,743	10.18	10.04	10.16	0.02	0.20
2	313	20,707	214,821	10.46	10.26	10.42	0.26	2.56
3	150	9,912	104,016	10.58	10.30	10.58	0.16	1.54
4	138	11,802	126,315	10.76	10.60	10.60	0.02	0.19
7	162	15,243	162,286	10.82	10.52	10.54	(0.06)	0.57
8	128	6,553	68,420	10.50	10.34	10.40	(0.14)	1.33
9	125	4,212	43,799	10.50	10.32	10.36	(0.04)	0.38
10	150	9,862	103,033	10.54	10.38	10.44	0.08	0.77
11	159	12,520	129,085	10.40	10.22	10.32	(0.12)	1.15
14	144	15,577	160,168	10.34	10.22	10.34	0.02	0.19
15	217	28,222	290,297	10.38	10.20	10.20	(0.14)	1.35
16	285	30,705	310,005	10.18	10.02	10.16	(0.04)	0.39
17	304	38,401	390,828	10.30	10.02	10.28	0.12	1.18
18	150	18,272	187,615	10.30	10.22	10.26	(0.02)	0.19
21	171	17,545	180,082	10.36	10.20	10.20	(0.06)	0.58
22	130	13,306	136,029	10.28	10.18	10.26	0.06	0.59
23	200	21,263	217,088	10.38	10.00	10.00	(0.26)	2.53
24	323	43,375	429,903	10.00	9.80	9.90	(0.10)	1.00
25	111	7,852	78,215	10.00	9.92	10.00	0.10	1.01
28	137	9,688	97,825	10.18	10.06	10.18	0.18	1.80
29	157	11,440	115,481	10.16	10.06	10.08	(0.10)	0.98
30	142	11,871	119,087	10.06	10.00	10.06	(0.02)	0.20
31	214	18,593	188,879	10.24	10.02	10.24	0.18	1.79
AGO	4,138	386,322	3,948,020	10.82	9.80	10.24	0.08	0.79



TELMEX *L

SEPTIEMBRE DE 1995

Dia	Número Operaciones	Volumen	Importe	Valor		Último Ajuste	Variación	
				Máxim	Mínimo		(\$)	(%)
4	125	5,630	58,263	10.44	10.24	10.44	0.20	1.95
5	270	20,284	211,780	10.50	10.38	10.42	(0.02)	0.19
6	180	19,572	203,061	10.42	10.32	10.42	0.00	0.00
7	202	19,843	207,181	10.50	10.38	10.44	0.02	0.19
8	162	11,067	115,794	10.48	10.42	10.48	0.04	0.38
11	146	12,758	133,450	10.50	10.38	10.40	(0.08)	0.76
12	180	16,927	175,115	10.38	10.32	10.34	(0.06)	0.58
13	142	17,000	174,908	10.32	10.26	10.30	(0.04)	0.39
14	151	18,061	185,351	10.34	10.20	10.26	(0.04)	0.39
15	153	19,800	200,565	10.16	10.10	10.14	(0.12)	1.17
18	149	19,778	198,574	10.08	10.02	10.08	(0.06)	0.59
19	263	30,138	307,591	10.38	10.08	10.38	0.30	2.98
20	259	38,281	395,997	10.46	10.28	10.30	(0.08)	0.77
21	141	19,867	204,582	10.34	10.28	10.32	0.02	0.19
22	166	25,482	260,132	10.26	10.16	10.20	(0.12)	1.16
25	176	22,224	225,086	10.18	10.08	10.14	(0.06)	0.59
26	251	26,196	264,070	10.18	10.00	10.12	(0.02)	0.20
27	302	44,016	438,776	10.06	9.88	10.06	(0.06)	0.59
28	215	28,038	280,410	10.16	9.84	10.14	0.08	0.80
29	185	29,262	298,216	10.24	10.08	10.22	0.08	0.79
SEP	3,818	444,224	4,538,902	10.50	9.84	10.22	(0.22)	2.11

TELMEX *L

OCTUBRE DE 1995

Dia	Número Operaciones	Volumen	Importe	Valor		Último Ajuste	Variación	
				Máxim	Mínimo		(\$)	(%)
2	155	15,636	155,686	10.14	9.70	9.88	(0.34)	3.33
3	277	26,599	258,202	9.80	9.58	9.76	(0.12)	1.21
4	231	28,730	274,515	9.64	9.46	9.60	(0.16)	1.64
5	240	35,941	351,544	9.94	9.50	9.94	0.34	3.54
6	216	28,500	290,419	10.32	10.10	10.30	0.36	3.62
9	189	25,089	253,601	10.18	9.78	9.78	(0.52)	5.05
10	274	23,503	230,395	9.96	9.40	9.88	0.10	1.02
11	153	11,832	118,113	10.06	9.90	9.96	0.08	0.81
12	230	24,940	252,595	10.27	9.86	9.86	(0.10)	1.00
13	93	5,910	57,778	9.77	9.64	9.74	(0.12)	1.22
16	145	9,960	98,039	9.98	9.68	9.94	0.20	2.05
17	216	21,844	215,429	9.98	9.78	9.88	(0.06)	0.60
18	242	22,772	225,282	10.04	9.76	9.92	0.04	0.40
19	228	25,177	251,406	10.02	9.94	9.98	0.06	0.60
20	98	5,729	57,115	10.00	9.80	9.80	(0.18)	1.80
23	133	11,855	114,579	9.72	9.60	9.60	(0.20)	2.04
24	139	10,404	101,148	9.82	9.68	9.80	0.20	2.08
25	197	17,818	173,744	9.96	9.46	9.46	(0.34)	3.47
26	288	23,542	221,529	9.66	9.16	9.64	0.18	1.90
27	291	22,407	219,070	9.90	9.44	9.82	0.18	1.87
30	229	20,568	203,353	10.00	9.78	10.00	0.18	1.83
31	146	14,540	144,456	10.04	9.76	9.82	(0.18)	1.80
OCT	4,410	433,296	4,268,538	10.32	9.16	9.82	(0.06)	0.61

TELMEX *L

NOVIEMBRE DE 1995

Dia	Número		Importe	Valor		Ultimo Ajuste	Variación	
	Operaciones	Volumen		Máximi	Mínimo		(\$)	(%)
1	172	13,042	129,705	10.06	9.68	10.00	0.18	1.83
3	162	11,815	118,491	10.08	9.96	10.08	0.08	0.80
6	117	11,600	115,808	10.02	9.92	9.98	(0.10)	0.99
7	163	14,201	142,513	10.10	9.92	10.08	0.10	1.00
8	219	10,961	110,404	10.24	10.00	10.24	0.16	1.59
9	346	25,113	260,529	10.48	10.22	10.36	0.12	1.17
10	208	24,132	248,630	10.40	10.26	10.28	(0.08)	0.77
13	135	11,479	117,330	10.26	10.18	10.20	(0.08)	0.78
14	199	16,922	174,200	10.38	10.16	10.24	0.04	0.39
15	98	5,568	57,173	10.36	10.20	10.36	0.12	1.17
16	226	25,227	259,161	10.42	10.18	10.20	(0.16)	1.54
17	220	22,195	230,307	10.64	10.22	10.60	0.40	3.92
21	163	15,070	161,241	10.86	10.44	10.86	0.26	2.45
22	429	33,196	379,034	11.62	11.20	11.42	0.56	5.16
23	118	6,307	72,535	11.54	11.34	11.50	0.08	0.70
24	156	7,437	86,382	11.68	11.54	11.56	0.06	0.52
27	144	8,734	101,316	11.74	11.54	11.64	0.08	0.69
28	186	12,601	150,861	12.30	11.64	12.30	0.66	5.67
29	332	24,233	305,296	12.88	12.30	12.82	0.52	4.23
30	327	26,530	337,412	12.86	12.38	12.48	(0.34)	2.65
NOV	4,120	326,363	3,558,328	12.88	9.68	12.48	2.48	24.80

TELMEX *L

DICIEMBRE DE 1995

Día	Número Operaciones	Volumen	Importe	Valor		Último Ajuste	Variación	
				Máximo	Mínimo		(\$)	(%)
1	241	23,750	300,522	12.84	12.40	12.56	0.08	0.64
4	181	10,241	128,202	12.70	12.30	12.32	(0.24)	1.91
5	239	19,194	235,811	12.40	12.20	12.20	(0.12)	0.97
6	192	16,878	206,929	12.44	12.10	12.30	0.10	0.82
7	141	9,295	113,880	12.36	12.20	12.32	0.02	0.16
8	150	11,174	138,941	12.50	12.30	12.30	(0.02)	0.16
11	109	6,030	73,430	12.30	12.06	12.06	(0.24)	1.95
13	151	9,872	118,347	12.08	11.84	11.92	(0.14)	1.16
14	240	16,329	192,145	11.90	11.64	11.78	(0.14)	1.17
15	235	18,634	220,048	12.10	11.66	12.10	0.32	2.72
18	283	24,267	288,072	12.10	11.72	11.84	(0.26)	2.15
19	333	28,083	339,089	12.46	11.84	12.44	0.60	5.07
20	338	27,201	339,231	12.74	12.20	12.24	(0.20)	1.61
21	283	22,210	274,833	12.70	12.18	12.70	0.46	3.76
22	199	16,012	201,249	12.70	12.48	12.64	(0.06)	0.47
26	147	14,209	179,354	12.68	12.58	12.68	0.04	0.32
27	190	13,373	169,265	12.76	12.56	12.58	(0.10)	0.79
28	181	22,357	277,979	12.58	12.36	12.50	(0.08)	0.64
29	183	21,369	263,043	12.48	12.22	12.36	(0.14)	1.12
DIC	4,016	330,478	4,060,370	12.84	11.64	12.36	(0.20)	1.59

APENDICE B



APENDICE B

A continuación se muestra el código en Visual Basic que genera las reglas, así como la interfase con el usuario :

```

Dim liquidez, riesgo, volatilidad, rendimiento As String
Sub Command1_Click ()
Dim i, j, k, l As Integer
  For i = 1 To 3
    If i = 1 Then
      liquidez = "liquidez mucha"
      Call doit
    End If
    Rem -----
      If i = 2 Then
        liquidez = "liquidez regular"
        Call doit
      End If
    Rem -----
      If i = 3 Then
        liquidez = "liquidez nada"
        Call doit
      End If
    Rem -----
  Next
End Sub
  
```

```

Sub Command2_Click ()
    End
End Sub
Sub Command3_Click ()
    Dim m As Integer
    Open "c:\reglas\TESTFILE.txt" For Output As 1 ' Open file for
output.
    For m = 0 To list1.ListCount - 1
        list1.Selected(m) = True
        Write #1, list1.Text ' Write data to file.
    Next
    Close #1 ' Close file.
    Rem Kill "TESTFILE" ' Remove file from disk.
End Sub
Sub doit ()
    For j = 1 To 4
        If j = 1 Then
            riesgo = "riesgo mucho"
            Call doitI
        End If
Rem -----
        If j = 2 Then
            riesgo = "riesgo regular"
            Call doitI
        End If
Rem -----
        If j = 3 Then

```

```

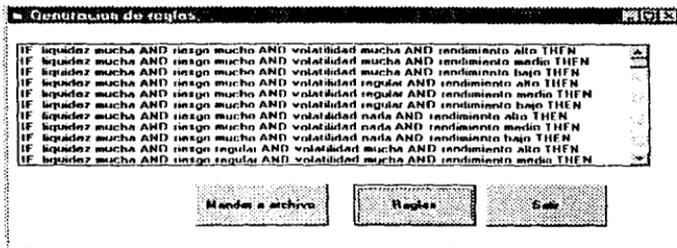
        riesgo = "riesgo poco"
        Call doitI
    End If
Rem -----
    If j = 4 Then
        riesgo = "riesgo nada"
        Call doitI
    End If
Rem -----
Next
End Sub
Sub doitI ()
    For k = 1 To 3
        If k = 1 Then
            volatilidad = "volatilidad mucha"
            Call doitII
        End If
Rem -----
        If k = 2 Then
            volatilidad = "volatilidad regular"
            Call doitII
        End If
Rem -----
        If k = 3 Then
            volatilidad = "volatilidad nada"
            Call doitII
        End If

```

```

Rem -----
Next
End Sub
Sub doItII ()
  For l = 1 To 3
    If l = 1 Then
      rendimiento = "rendimiento alto"
      list1.AddItem "IF " & liquidez & " AND " & riesgo & " AND " &
volatilidad & " AND " & rendimiento & " THEN"
    End If
    If l = 2 Then
      rendimiento = "rendimiento medio"
      list1.AddItem "IF " & liquidez & " AND " & riesgo & " AND " &
volatilidad & " AND " & rendimiento & " THEN"
    End If
    If l = 3 Then
      rendimiento = "rendimiento bajo"
      list1.AddItem "IF " & liquidez & " AND " & riesgo & " AND " &
volatilidad & " AND " & rendimiento & " THEN"
    End If
  Next
End Sub

```



Esta es la pantalla del programa, el botón que tiene como caption "reglas" es el encargado de generarlas y el botón con caption "Mandar a archivo" manda todas las reglas a un archivo tipo texto.

GLOSARIO



GLOSARIO

Algoritmos Genéticos (Genetic Algorithms): Es una técnica de búsqueda basada en la teoría de la evolución de Darwin. Es un algoritmo matemático altamente paralelo que transforma un conjunto de objetos matemáticos individuales con respecto al tiempo usando operaciones modeladas de acuerdo al principio Darwiniano de reproducción y supervivencia del más apto. y tras haberse presentado de forma natural una serie de operaciones genéticas de entre las que destacan las de recombinación sexual. Cada uno de estos objetos matemáticos suele ser una cadena de caracteres de longitud fija que se ajusta al modelo de las cadenas de cromosomas, y se les asocia con una cierta función matemática que refleja su actitud.

Liquidez.- Calidad de un valor para ser negociado en el mercado con mayor o menor facilidad.

Market selection.- La elección de acciones específicas dentro del porcentaje que se escoja. La elección de acciones específicas depende, por un lado, de un análisis del sector de actividad económica al que pertenezca la emisora, y por otro, de un análisis de la emisora en sí

Market timing.- La elección del momento de entrar al mercado accionario, es decir, incluir un porcentaje de acciones en la mezcla total de inversiones. La elección de este momento depende de un análisis del mercado global.

Promedio ponderado.- Aquél que en su determinación utiliza, además de las variables en si que se desean promediar, el peso relativo de la base cuantitativa que corresponde a cada una de dichas variables.

Por ejemplo : Se compran 10 000 acciones

3 500 a \$ 475

2 600 a \$ 483

3 900 a \$ 488

¿Cuál fue el precio promedio ponderado de la adquisición de todas las acciones ?

$.35 \times 475 = 166.25$

$.26 \times 483 = 125.58$

$.39 \times 488 = 190.32$

PP = 482.15

Si se sacara un simple promedio se tendría $(475 + 483 + 488) / 3 = 482$.

Recesión.- Fase depresiva en el crecimiento de la producción de bienes y servicios de un país o área económica. La mayoría de los economistas coinciden en aceptar una economía en recesión cuando el producto interno bruto ha declinado durante tres meses consecutivos; y se considera superada cuando el PIB se haya incrementado consistentemente durante tres trimestres consecutivos

Redes Neuronales (Neural Networks): Son dispositivos computacionales inspirados en las funciones biológicas de las neuronas, aplicados al

reconocimiento de patrones. Las redes Neuronales están compuestas de varias unidades computacionales paralelas interconectadas.

Reporto.- El reporto es una operación mediante la cual el intermediario entrega al inversionista los títulos a cambio de su precio actual (precio nominal menos descuento), con el compromiso de recomprarlos en un plazo determinado, anterior a su vencimiento, reintegrando el precio más un premio. Esta operación permite obtener un rendimiento por excedentes de tesorería en periodos breves.

Sistemas híbridos (Hybrid Systems): Son sistemas donde se combinan varias técnicas inteligentes, tales como redes Neuronales, algoritmos genéticos y lógica difusa.

Timing.- En inversiones se utiliza para describir el momento exacto, ni antes ni después, de entrar (o salir) de una inversión.

Volatilidad : Son los movimientos bruscos a la alza o a la baja que experimentan las tasas de interés como resultado de especulaciones en sus respectivos mercados.

BIBLIOGRAFIA



BIBLIOGRAFIA

David W. Rolston

Principios de Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos. McGraw Hill

F. Martin McNeill

Fuzzy Logic a practical approach. Ap Professional

1994

Terano Toshiro

Fuzzy Systems Theory and Its Application Academic Boston

1992

Arnold Kofmann

Introduccion a la Teoria de los Subconjuntos Borrosos. C.E.C.S.A

1982

Howard E. Taylor. Thomas L. Wade

Cálculo Diferencial e Integral. Limusa

1986

McAloon / Tromba

Cálculo. P.C.S.A.

William Anthony Granville

Cálculo Diferencial e Integral. Limusa

1986

Barnett Rich

Geometría Plana con Coordenadas. Schaum

1985

Alfredo Díaz Mata

Invierta en la Bolsa. Grupo Editorial Iberoamérica

1994

Ben Noble James

Álgebra Lineal Aplicada. Prentice Hall

Raúl Coss Bu

Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión. Grupo Editorial

Iberoamérica

1990

Celis Hernandez Ma Angeles

*Sistemas Actuales de Financiamiento, Decisiones de Crédito y Uso de
Financiamientos*. Ediciones Contables y Administrativas

1992

Burton G. Malkiel

Un paseo aleatorio por Wall Street. Alianza

Stanley B. Block y Geoffrey A. Hirt

Fundamentos de Administración Financiera. Celsa

1986

Andrés de pablo, Luis Ferruz, Rafael Santamaría
*Análisis Práctico de Decisiones de Inversión y Financiamiento en la
Empresa (casos resueltos y aplicaciones informáticas).*

J. Fred Weston, Eugene F. Brigham
Finanzas en Administración (Vol. I y II). Ed. Interamericana
1984

JeffreyBurton G. Malkiel
Entendiendo Wall Street

Marmolejo González Martín
Inversiones. IMEF
1989

Eduardo Martínez Abascal
Futuros y Opciones en la Gestión de Carteras

Bolsa Mexicana de Valores
Inversión y Finanzas BMV

Ley de Sociedades de Inversión
Comisión Nacional Bancaria y de Valores

Ley del Mercado de Valores
Comisión Nacional Bancaria y de Valores
Ed. núm 10

Medina Zurita Jorge Alberto, Valera Espinosa Jorge
Estructuras Lógicas para Sistemas de Control Fuzzy Logic. (Tesis)
UNAM

Isaac Leipuner Cohen, Ricardo Ortesano Ramos, Juan Felipe Souza
Legorreta
La Eficiencia en el Manejo de una Cartera de Valores. (Tesis)
ITAM, 1989

A Martínez Cerezo
Diccionario de Banca

WEB SITES DENTRO DE INTERNET

Mark Kantrowitz
URL: <http://www.cs.cmu.edu/Web/groups/AI/html/faqs/ai/fuzzy/part1/faq.html>
Answers to Questions about Fuzzy Logic and Fuzzy Expert Systems

URL: <http://www.amarillas.com/varias/cripto/cripto7.htm>
Fuzzy Logic

URL: <http://www.austinlinks.com/Fuzzy/tutorial.html>
Fuzzy Logic

URL: http://www.acm.uns.edu.ar/webdcc/lic_comp/materias/int_art.htm
Inteligencia Artificial

URL: <http://www.cle.puc-rio.br/labs/ica/techniques.html>
Computer Intelligence Techniques

URL: <http://maxwell.univalle.edu.co/~capuerta/fuzzy/fuzzy2.html>
Fuzzy Logic

URL: <http://www-isis.ecs.soton.ac.uk/research/nfinfo/fztut.html>
Fuzzy Logic and Neurofuzzy Tutorials