

01168

UN MODELO DE OPTIMIZACION  
PARA CARTERAS DE INVERSION

2  
20j

Facultad de Ingeniería  
División de Estudios de Posgrado

A L U M N O : CIRO FILEMON FLORES RIVERA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1992



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

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

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

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

## PROLOGO

El desarrollo de la ciencia y la tecnología en nuestro siglo ha sido impresionante. La Investigación de Operaciones, como disciplina de actualidad reconocida, se consolida cada vez más sobre bases firmes. La gran cantidad de aplicaciones que tiene esta área del conocimiento parece diversificarse día con día.

En el presente trabajo de Tesis abordamos el apasionante tema de las Inversiones, bajo la perspectiva de la Investigación de Operaciones. En forma global puede decirse que confirmamos el espíritu de esta ciencia como valuarte sobre el que se apoya la toma de decisiones.

La descripción general del trabajo desarrollado es la siguiente:

En el Capítulo I se señala claramente cuál es el objetivo que se persigue en esta Tesis, se indican sus alcances y se delinear sus límites.

En el capítulo II se presenta la Bolsa Mexicana de Valores ubicándola dentro del Sistema Financiero Mexicano. Se mencionan los valores que se negocian en ella y se detalla sobre el rendimiento de las inversiones en acciones. Se trata de dar la ambientación requerida para la aplicación del modelo que se verá en el capítulo V.

El capítulo III, sin pretender ser un resumen de antecedentes

históricos, presenta algunos modelos que se han desarrollado para la optimización de carteras de inversión. La idea es mostrar cómo este problema puede ser atacado desde diferentes puntos de vista, a la vez de introducir las ideas que se desarrollarán en detalle más adelante.

El capítulo IV constituye la parte fundamental de este trabajo. Ahí se desarrolla el modelo de Desviación Media Absoluta (MAD) propuesto por los autores Japoneses Hiroshi Konno y Hiroaki Yamazaky. Se señalan algunas de sus principales características que lo colocan como una alternativa viable con grandes posibilidades de aplicación práctica. Se demuestra que, bajo supuestos de normalidad, este modelo es equivalente al clásico modelo cuadrático de Markowitz, con la clara ventaja de poder expresarse como un Problema de Programación Lineal.

En el capítulo V se concretizan las ideas desarrolladas en los capítulos anteriores. El modelo de Desviación Media Absoluta es aplicado utilizando los activos formados por las acciones de las empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores. Esto permite construir la Frontera Eficiente del conjunto de carteras factibles sobre el plano Rendimiento-Riesgo, que conjuntada con las curvas de utilidad que se construyen, conduce a la cartera óptima. Se señalan algunas características que son de importancia para el administrador de la cartera de inversión. Asimismo se hace una comparación con respecto al modelo de Markowitz en cuanto a la cantidad de cálculos que éste requiere para su implementación.

El capítulo VI muestra las conclusiones de este trabajo de Tesis bajo

una visión globalizadora que resume el camino recorrido hasta el momento, hace un alto de reflexión y mira hacia el futuro escudriñando posibles direcciones que señalen el nuevo derrotero.

Finalmente, el capítulo VII resume la bibliografía más destacada consultada para la construcción de este trabajo y en el capítulo VIII se agregan como apéndice las corridas efectuadas por el modelo, los datos que lo alimentan, la forma explícita del mismo y la relación completa de las empresas utilizadas.

NOTA: A lo largo del texto se indicarán entre corchetes [ ] las referencias a la bibliografía citada en el capítulo VII.

*Esta de pie el homo sapiens, tal vez para mirar mejor lo que tiene  
enfrente o para seguir adelante sin perder el rumbo.*

# INDICE

	PAG.
I. OBJETIVO	1
II. BOLSA MEXICANA DE VALORES S.A. DE C.V.	4
III. ALGUNOS MODELOS PARA CARTERAS DE INVERSION	11
3.1 Estado del Arte	
3.2 Modelo de Markowitz	
3.3 Un Modelo Dinamico	
3.4 Modelo de Desviacion Media Absoluta	
3.5 Modelos CAPM	
3.6 Modelos APT	
3.7 Modelos Binarios	
IV. EL MODELO DE DESVIACION MEDIA ABSOLUTA	33
V. APLICACIONES	39
5.1 Descripcion	
5.2 Ejemplo	
5.2 Conclusion	
VI. CONCLUSIONES	64
VII. BIBLIOGRAFIA	68

- A1. Emisoras que intervienen en el modelo
- A2. Datos que alimentan al modelo
- A3. Forma explicita del modelo
- A4. Corridas

## I. OBJETIVO

El objetivo central que se persigue en esta Tesis es la presentación de un modelo del tipo cuasilineal para optimización de carteras de inversión. Asimismo se hace una reseña de diversos modelos que se encuentran en la literatura especializada comentando las características de cada uno de ellos en comparación al modelo arriba citado.

El modelo de optimización para carteras de inversión que se presenta utiliza la desviación media absoluta, la cual conduce a una función objetivo lineal. Esta importante característica evita algunas de las desventajas del clásico modelo cuadrático desarrollado por Markowitz. En particular permite resolver problemas a gran escala en un tiempo - máquina razonable.

La gran difusión de paquetes computacionales que resuelven problemas de programación lineal le da al modelo una gran accesibilidad, en oposición a los poco comunes programas para modelos cuadráticos.

Se aplica este modelo utilizando los datos históricos de los activos formados por las acciones de las empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores. Los resultados obtenidos muestran que el modelo selecciona un 18% del total de activos utilizados. Esto permite al administrador un manejo adecuado de la cartera seleccionada, pues reduce considerablemente el volumen de información que debe manejar



para mantenerla actualizada.

En cuanto a la función objetivo, se demuestra que la minimización de la desviación media absoluta es equivalente, bajo supuestos de normalidad, a la minimización de la desviación estándar que propone el modelo cuadrático.

Estas consideraciones permiten concluir que el modelo presentado constituye una alternativa viable con grandes posibilidades de aplicación práctica.

Por otra parte, debe señalarse que los parámetros que utiliza el modelo pueden obtenerse a partir de información histórica que se posea o bien mediante pronósticos a futuro. Este último método, si bien más preciso que el primero (puesto que las decisiones se toman sobre acciones que se efectuarán en un futuro cercano), está determinado por las condiciones socio - económico - políticas que rijan en nuestro país. Ante la inminente firma del Tratado de Libre Comercio para América del Norte (Canadá - Estados Unidos - México), es claro que dichas condiciones sufrirán un marcado cambio cuya dirección no puede en estos momentos predecirse con un alto grado de exactitud (aunque esperemos que sea positiva para la economía Mexicana).

Por esta razón se ha preferido utilizar métodos estadísticos clásicos en la determinación de los parámetros que utiliza el modelo de desviación media absoluta, sin profundizar en la amplia gama de los métodos de pronóstico. Esta última área, tan interesante como útil,

quede fuera de los alcances de esta Tesis cuyo objetivo central ha quedado definido en la parte inicial de este Capítulo.

La síntesis de todo un proceso de aprendizaje, de asimilación, maduración y aplicación de conocimientos se plasma en estas páginas, mas no como un documento totalmente acabado, sino perfectible y puntal desde el cual alcanzar nuevas metas.

## II. BOLSA MEXICANA DE VALORES S. A. DE C. V.

El medio bursátil, donde se han cosechado y también se han desvanecido grandes fortunas en un momento, está rodeado de un halo de misterio para la gran mayoría del público en general. Este es producto del profundo desconocimiento que sobre el tema priva en nuestra sociedad. Actualmente se hacen esfuerzos por parte de las autoridades competentes para dar mayor difusión a la inversiones bursátiles y hacerlas más accesibles a la generalidad de los inversionistas potenciales. Con esta intención señalaremos a continuación algunos de los aspectos que ubican y caracterizan a las inversiones en el mercado de valores.

Empezaremos señalando que el marco global en donde se ubican las actividades bursátiles está constituido por el Sistema Financiero Mexicano, entendiéndose a éste [8] como el conjunto de Instituciones encargadas de regular: la circulación del dinero, las actividades crediticias, bancarias y de inversiones. El organismo rector lo constituye la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (que actualmente se encuentra ya fusionada con la Secretaría de Programación y Presupuesto). La figura 1 titulada "SISTEMA FINANCIERO MEXICANO" muestra claramente la ubicación del Sector Bursátil, que es el que nos interesa. Dentro de este Sector encontramos a la Bolsa Mexicana de Valores que vista más en detalle y en forma simplificada aparece en la figura 2 titulada "BOLSA MEXICANA DE VALORES S. A. DE C. V.". Es en esta última en donde se efectúan las operaciones de

intercambio de valores conocidas como operaciones bursátiles. Los valores que se negocian en ella aparecen en el siguiente cuadro:

Renta Fija	- Largo Plazo	- Bonos de indemnización bancaria
		- Bonos bancarios de desarrollo
- Corto Plazo	- Bonos de renovación urbana del D. F.	
	- Petrobonos	
Renta Variable	- Largo Plazo	- Obligaciones
		- Cetes
		- Pagafes
		- Papel comercial
		- Aceptaciones bancarias
		- Pagarés empresariales bursátiles
		- Metales preciosos amonedados
		- Acciones industriales, comerciales y de servicios
		- Acciones de sociedades de inversión

VALORES QUE SE NEGOCIAN EN LA  
BOLSA MEXICANA DE VALORES S. A. DE C. V.

Figura 1. SISTEMA FINANCIERO MEXICANO

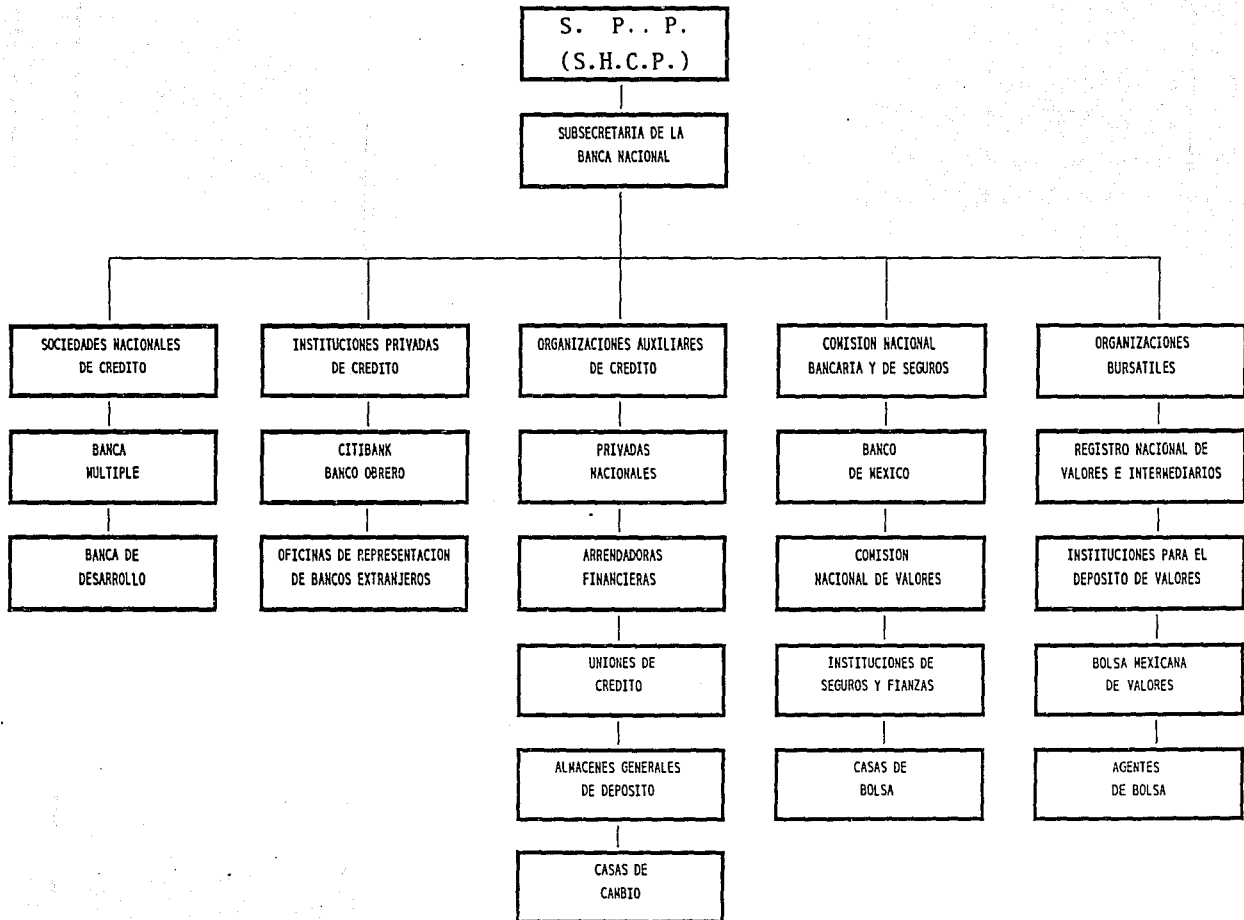
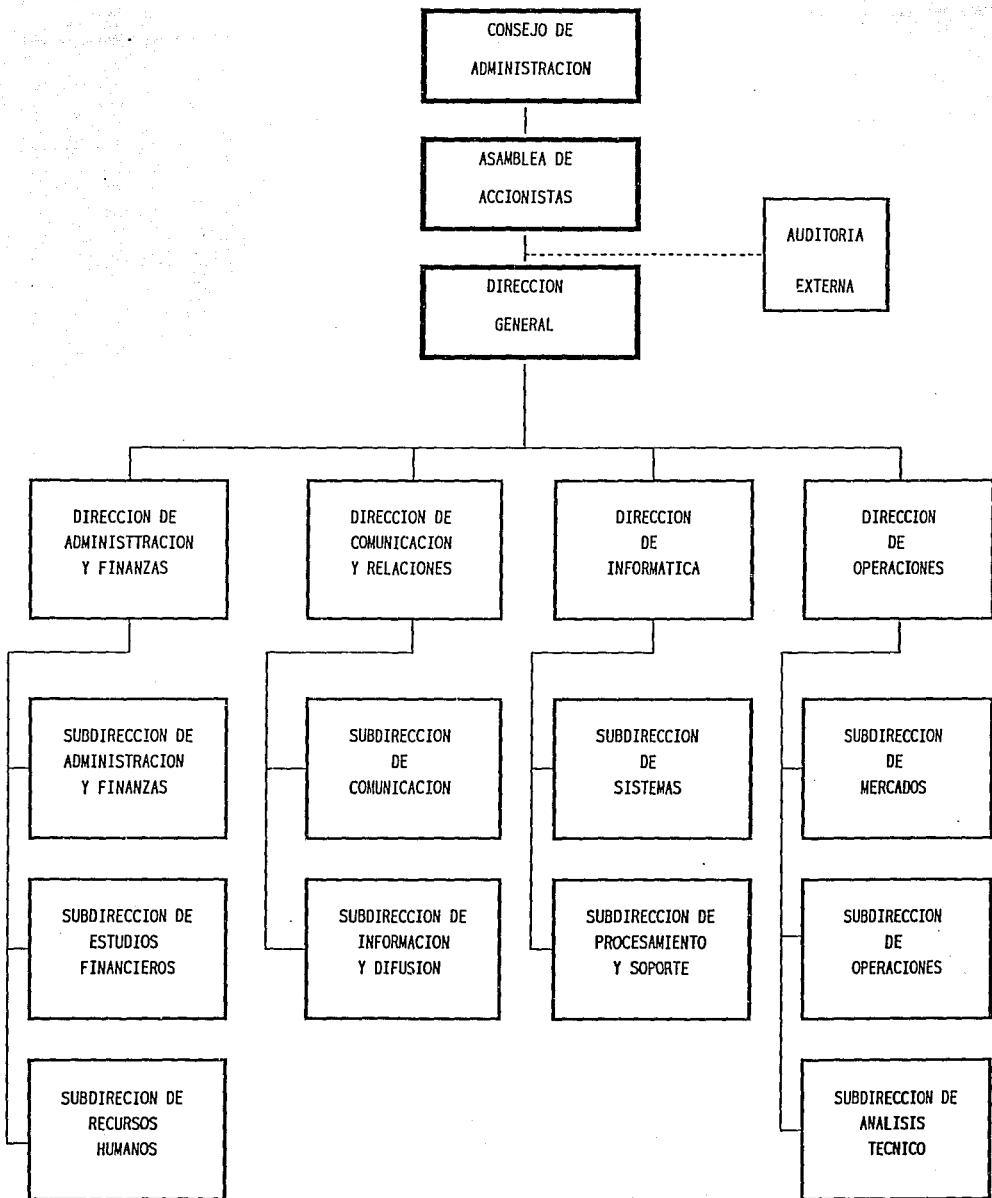


Figura 2. BOLSA MEXICANA DE VALORES S. A. DE C. V.



Aunque las acciones en realidad no tienen fecha de vencimiento, se les considera inversiones a largo plazo pues su existencia depende de la propia existencia de la empresa cuyo capital representan.

Para el lector interesado en estos aspectos una buena introducción la constituyen las referencias [8] y [18] que se citan en la bibliografía.

En los capítulos IV y V se desarrolla un modelo para selección óptima de carteras de inversión y se aplica a los activos formados por las acciones de las empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores S. A. de C. V. Una acción puede dar rendimientos de dos maneras: por ganancias de capital (comprar a un precio y luego vender a otro más caro) o por pago de dividendos. Estos últimos tienen gran irregularidad; cuando llegan a existir. Esto explica que la parte principal del rendimiento de una acción es la ganancia de capital. Por lo tanto, el cálculo del rendimiento para una acción dada se efectúa como sigue:

Sean PC = precio de compra

PV = precio de venta

TERP = tasa efectiva de rendimiento al plazo

Entonces:

$$\text{TERP} = \frac{\text{PV}}{\text{PC}} - 1$$

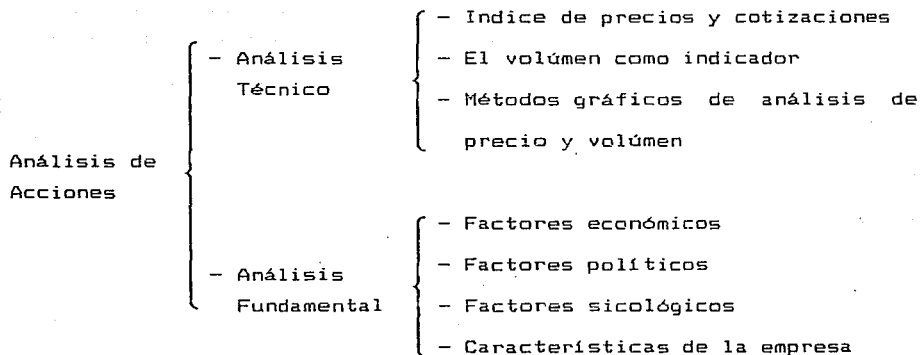
Por ejemplo, si una acción se compró el día 10 de Enero de 1991 a \$810.00 y se vendió el 10 de Febrero de 1991 a \$853.00, entonces:

$$\text{TERP} = \frac{853}{810} - 1 = 0.053$$

es decir, la tasa efectiva de rendimiento mensual es de 5.3%

Los rendimientos utilizados para la aplicación del modelo, en el capítulo V, son rendimientos mensuales reales, es decir, se les ha descontado la inflación del mes correspondiente tal y como aparecen en los reportes de los Indicadores Bursátiles [3].

La incursión en el Mercado Accionario exige una preparación profunda y un amplio conocimiento de las variables que influyen en el comportamiento de las cotizaciones. La principal clasificación [8] divide al análisis de las acciones en dos grandes partes, según se muestra a continuación:



Se señala que los efectos de los factores fundamentales son más a largo plazo mientras que los aspectos técnicos pueden revisarse en plazos más cortos. En este sentido tanto el Análisis Técnico como el Fundamental cobran singular importancia. Sin el manejo de estas herramientas resulta muy arriesgado invertir en acciones.



El horizonte está abierto en espera de quien decida conquistarlo. El esfuerzo sistematizado puede conducir al éxito. La presente Tesis es un paso, tan sólo uno pero decidido, en esa dirección.

### III. ALGUNOS MODELOS PARA CARTERAS DE INVERSION

#### 3.1 Estado del Arte

La observación del comportamiento de muchos inversionistas sugiere que prefieren mantener un grupo de inversiones en vez de una sola inversión que aparentemente ofrece una mayor tasa de rendimiento esperado. Esto implica que el rendimiento no es el único aspecto que interesa al inversionista; también desea evitar el riesgo.

El rendimiento esperado en una cartera de inversión está directamente relacionado con los rendimientos de sus componentes individuales; sin embargo, el riesgo de la cartera depende no sólo de los riesgos de cada uno de sus componentes sino también de la interacción que haya entre ellos (su correlación).

En tiempos pasados se tenía la tendencia a tomar las decisiones de inversión en base a una "buena" intuición y se consideraba que no era necesaria la aplicación de técnicas cuantitativas demasiado refinadas. Sin embargo la introducción de modelos matemáticos formales fue ganando terreno poco a poco y en la actualidad son cada vez más los inversionistas que están convencidos de que la aplicación del método científico en sus decisiones de inversión les brinda mejores resultados tanto a corto como a mediano plazo.

Dentro de la Teoría de Cartera se han desarrollado una gran cantidad de modelos para la optimización de carteras de inversión. Los enfoques

son diversos y una de las clasificaciones los separa en Estáticos y Dinámicos.

De manera inevitable y por derecho propio citamos el clásico modelo de Markowitz [17] que sentó las bases para el desarrollo de la teoría de cartera en la actualidad (se citará como MM). A partir de este modelo estático se han propuesto toda una serie de modelos de optimización que extienden o modifican estas ideas originales.

Se encuentran en la literatura especializada modelos dinámicos que consideran el rendimiento esperado de una cartera como función de las inversiones realizadas en periodos anteriores, así como de las expectativas a corto plazo. Asimismo se analizan los cambios que sufre la cartera con el paso del tiempo (se les indicará con MD).

Al revisar las dificultades técnicas que surgen en la implementación del modelo de Markowitz, se señala como principal obstáculo la función objetivo de tipo cuadrático. Surgen como alternativa los modelos del tipo cuasilineal cuya función objetivo es lineal a trozos (dentro de este tipo se mostrará el modelo indicado por MAD).

Dentro de los modelos cuasilineales una línea de investigación actual propone considerar los momentos de mayor orden de la distribución de los rendimientos (o beneficios) obtenidos, como medio para caracterizar aquellas carteras de inversión con propiedades óptimas de rendimiento y riesgo.

Como complemento a estos modelos que consideran activos con riesgo se tienen los modelos tipo CAPM (modelos de fijación de precios de activos de capital), los cuales incluyen un activo libre de riesgo y lo combinan con una cartera de activos con riesgo. Esta es otra de las áreas de interés por donde se puede seguir investigando.

En forma más reciente y dada la característica aleatoria de los rendimientos de activos con riesgo ha surgido una gran cantidad de modelos que consideran esta importante cualidad, son los llamados modelos estocásticos. Una amplia gama de ellos se encuentra en revistas especializadas de actualidad. Sin lugar a dudas este es un campo bastante fértil donde la investigación de frontera puede encontrar resultados prometedores.

Creciente es el interés en el modelaje de problemas de carteras de inversión, como creciente es también la literatura sobre el tema; libros y revistas que aparecen hoy en día con frecuencia casi permanente a nivel internacional.

De este modo encontramos que el ambiente es propicio para explotar las ideas que tienen su origen en la Investigación de Operaciones y que tienen aplicación, en forma cada vez más fecunda, en el apasionante tema de las inversiones. Una prueba clara de ello es la corriente que actualmente se desarrolla en el Departamento de Sistemas y Planeación de la DEPEFI - UNAM, en cuyo contexto ubicamos a esta Tesis.

### 3.2 Modelo de Markowitz [17]

Sea  $R_j$  la variable aleatoria que representa la tasa de rendimiento (por periodo) del activo  $S_j$ ,  $j = 1, \dots, n$ . Denotemos por  $x_j$  el porcentaje del dinero disponible (presupuesto) para invertir en el activo  $j$ .

El rendimiento esperado (por periodo) de esta inversión está dado por:

$$r(x_1, \dots, x_n) = E \left[ \sum_{j=1}^n R_j x_j \right] = \sum_{j=1}^n E [ R_j ] x_j$$

donde  $E [ \cdot ]$  representa el valor esperado de la variable aleatoria dentro de los corchetes. Un inversionista desea tener un  $r(x_1, \dots, x_n)$  tan grande como sea posible y al mismo tiempo mantener un nivel de riesgo mínimo.

Harry Markowitz (1959) empleó la desviación estándar (por periodo) del rendimiento:

$$\sigma(x_1, \dots, x_n) = \left[ E \left[ \left( \sum_{j=1}^n R_j x_j - E \left[ \sum_{j=1}^n R_j x_j \right] \right)^2 \right] \right]^{1/2}$$

como medida del riesgo y formuló el modelo de optimización de cartera como el Problema de Programación Cuadrática siguiente:

(MM)

$$\text{Min} \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} x_i x_j$$

$$\text{s. a.} \quad \sum_{j=1}^n r_j x_j \geq \rho$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = 1$$

$$0 \leq x_j \leq u_j \quad j = 1, \dots, n$$

donde  $r_j = E[R_j]$ ,  $\sigma_{ij} = E[(R_i - r_i)(R_j - r_j)]$  y  $\rho$  es un parámetro que representa la mínima tasa de rendimiento requerida por el inversionista. Además,  $u_j$  es el porcentaje máximo de dinero que puede ser invertido en el activo  $S_j$ .

Para que este modelo sea válido se requiere que las variables aleatorias  $R_j$  tengan distribución normal multivariada y que el inversor muestre aversión al riesgo en el sentido de preferir la menor desviación estándar de la cartera.

Se reconoce ampliamente que este modelo es el punto de partida de la moderna Teoría de Cartera. En el Capítulo V se muestra un ejemplo de aplicación de este modelo.

### 3.3 Un Modelo Dinámico [19]

Este modelo es presentado por Javier Márquez Díez-Canedo (1981) y se construye como sigue:

Sean:  $x_{ijt}$  = cantidad de dinero que se invierte en el activo  $i$ , a plazo  $j$  durante el periodo  $t$

$$i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J; t = 1, \dots, T$$

$\gamma_{ijt}$  = el rendimiento que produce el activo tipo  $i$ , a plazo  $j$ , comprado en el periodo  $t$

$$i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J; t = 1, \dots, T$$

$L_t^0$  = el requisito bruto de liquidez para el periodo  $t$

$$t = 1, \dots, T$$

$P_t$  = presupuesto de inversión para el periodo  $t$

$$t = 2, \dots, T$$

$x_{ijt}^0$  = la inversión actual en activos de tipo  $i$  a plazo  $j$  comprados en un periodo anterior  $t$ , pero que vencen dentro del horizonte  $d$  planeación.

$$i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J; t = 0, -1, -2, \dots$$

$\gamma_{ijt}^0$  = el rendimiento asociado al activo  $i$  a plazo  $j$  de la cartera actual, comprado en un periodo anterior  $t$ , que vence dentro del horizonte de planeación.

$$i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J; t = 0, -1, -2, \dots$$

$P_1$  = presupuesto disponible en el periodo actual

Adicionalmente se calculan:

$$R_t = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (1 + \gamma_{ij,t-j}) x_{ij,t-j}^0$$

las sumas se hacen en todos los posibles instrumentos, a todos los plazos posibles, que se compraron antes del periodo actual  $t=0$ , pero que vencen dentro del periodo de planeación

$$L_t = L_t^0 - R_t$$

$t = 1, \dots, T$

que representan el requisito neto de liquidez en el periodo  $t$

Entonces, el modelo dinámico expresado como un Problema de Programación Lineal queda como sigue:

Max 
$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T \gamma_{ijt} x_{ijt}$$

s. a. 
$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (1 + \gamma_{ij,t-j}) x_{ij,t-j} - L_t = P_t; \quad t = 2, \dots, J$$

(MD) 
$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (1 + \gamma_{ij,t-j}) x_{ij,t-j} - L_t = P_t; \quad t = J+1, \dots, T$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ijt} &\leq P_t \\ P_t &\geq 0 \end{aligned} \right\} \quad t = 1, \dots, T$$

$x_{ijt} \geq 0 \quad i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J; t = 1, \dots, T$



Debe señalarse que este modelo es determinístico pues supone un total conocimiento tanto de los rendimientos de los activos para cada uno de los periodos del horizonte de planeación, como de los requisitos de liquidez que se deberán satisfacer.

### 3.4 Modelo de Desviación Media Absoluta [10, 11, 12]

Propuesto por Hiroshi Konno y Hiroaki Yamazaky (1989) el Modelo de Desviación Media Absoluta (MAD) es un modelo estático que permite la obtención de la Frontera Eficiente del conjunto de carteras factibles, en el plano Rendimiento-Riesgo. A diferencia del modelo de Markowitz, propone como medida del riesgo la desviación media absoluta de los datos lo cual conduce, como se verá en el capítulo IV, a un Problema de Programación Lineal. Conservando la notación introducida en el apartado 3.2, los elementos de este modelo son:

La función objetivo, que mide el riesgo de la cartera:

$$w(x) = EC \left| \sum_{j=1}^n R_j x_j - EC \left[ \sum_{j=1}^n R_j x_j \right] \right|$$

en lugar de la desviación estándar del modelo de Markowitz. Por lo que el modelo MAD es:

	Min	$w(x) = EC \left  \sum_{j=1}^n R_j x_j - EC \left[ \sum_{j=1}^n R_j x_j \right] \right $	
(MAD)	s. a.	$\sum_{j=1}^n EC[R_j] x_j \geq \rho$ $\sum_{j=1}^n x_j = 1$ $0 \leq x_j \leq u_j \quad j = 1, \dots, n$	

### 3.5 Modelos CAPM [27]

En este apartado se expone la lógica fundamental del *modelo de fijación de precios de activos de capital* (CAPM). La figura 3 muestra un conjunto factible de carteras de activos con riesgo y un conjunto de curvas de indiferencia ( $I_1, I_2, I_3$ ), que representan las ventajas y desventajas que existen entre el riesgo y el rendimiento respecto de un inversionista. El punto N, donde la curva de utilidad es tangente a la curva de oportunidades de cartera, ANMB (que es precisamente la frontera eficiente para ese conjunto), representa un equilibrio: es el punto en que el inversionista obtiene el rendimiento más alto por una cantidad determinada de riesgo ( $\sigma_N$ ) o el riesgo más bajo a la vez que obtiene un rendimiento esperado específico  $E(R_N)$ .

Sin embargo, el inversionista puede tener mejores alternativas que la cartera N si alcanza una curva de indiferencia más alta. Además de los valores de riesgo que están representados en el conjunto factible de carteras, existe un activo libre de riesgo que otorga un rendimiento  $R_F$ ; este también se muestra en la figura 3. Con la alternativa adicional de invertir en el activo libre de riesgo, el inversionista puede crear una nueva cartera que combine el activo libre de riesgo con una cartera de activos con riesgo. Esto permite al individuo poder alcanzar cualquier combinación de riesgo y de rendimiento que se encuentre a lo largo de la línea recta  $R_F$  y que tenga una tangente con la frontera eficiente. Tal punto de tangencia ocurre en M. Todas las carteras que se encuentren sobre la línea  $R_F$ MZ son preferibles a las

demás oportunidades de cartera con riesgo que se encuentran sobre la curva ANMB (excepto la cartera M, que es común a ambas); los puntos que se encuentren sobre la línea  $R_F MZ$  representan las combinaciones factibles más altas de riesgo y de rendimiento.

Dado el nuevo conjunto de oportunidad  $R_F MZ$ , el inversionista se desplazará hacia el punto P, sobre una curva de indiferencia más alta de riesgo y rendimiento. Obsérvese que la línea  $R_F MZ$  domina las oportunidades que podrían haberse obtenido a partir de la sola curva de oportunidades de cartera ANMB. En general, si los inversionistas pueden incluir el valor libre de riesgo y una fracción de la cartera con riesgo, M, en sus propias carteras, tendrán la oportunidad de desplazarse hacia un punto como P.

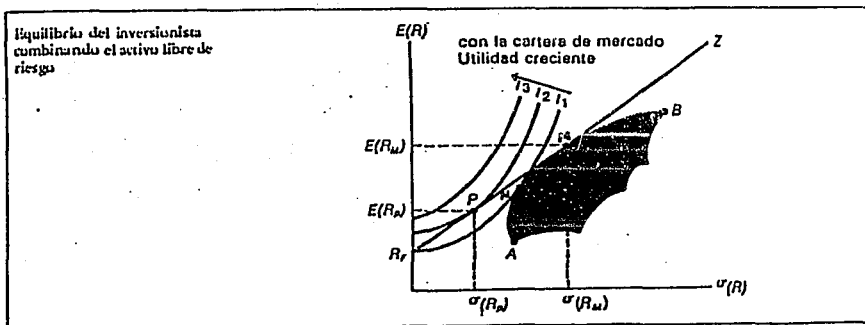


Figura 3

Bajo las condiciones que se exponen en la figura 3, todos los inversionistas mantendrían carteras que se encontraran sobre la línea  $R_F MZ$ ; esto implica que conservarían sólo carteras eficaces, las cuales son combinaciones lineales del valor libre de riesgo y de la cartera con riesgo M. Para que el mercado de capitales (operaciones a largo plazo) esté en equilibrio, M debe ser una cartera que contenga cada activo en proporción exacta a la fracción del activo, tomando como base el valor total de mercado de todos los activos; es decir, si el activo j es el w% del valor total de mercado de todos los activos de inversión, entonces el w% de la cartera de mercado M estará formado por el activo j. La ubicación particular de un individuo sobre la línea estará determinada por el punto en el cual la curva de indiferencia de ese individuo sea tangente a la línea, y esto a la vez reflejará la actitud de esta persona hacia el riesgo.

La línea  $R_F MZ$  de la figura 3 queda determinada por la siguiente ecuación:

$$E(R_p) = R_F + \frac{E(R_M) - R_F}{\sigma_M} \sigma_p \quad (3.5.1)$$

Por lo tanto, el rendimiento esperado sobre cualquier cartera es igual a la tasa libre de riesgo, más una prima de riesgo igual a  $[E(R_M) - R_F] / \sigma_M$  multiplicada por la desviación estándar de la cartera. Por lo tanto, la *recta del mercado de capitales* (CML) para carteras eficaces (o eficientes) mantiene una relación lineal entre el rendimiento esperado y el riesgo, y queda determinada de la siguiente forma:

$$E(R_p) = R_F + \lambda^* \sigma_p \quad (3.5.2)$$

Donde:

$E(R_p)$  = Rendimiento esperado sobre una cartera eficaz

$R_F$  = Tasa de interés libre de riesgo

$\lambda^*$  = Precio de mercado del riesgo:  $\lambda^* = [E(R_M) - R_F] / \sigma_M$

$\sigma_p$  = Desviación estándar de los rendimientos provenientes de una cartera eficaz

$E(R_M)$  = Rendimiento esperado sobre la cartera de mercado

$\sigma_M$  = Desviación estándar de los rendimientos provenientes de la cartera de mercado

Todas las carteras eficaces, incluyendo la cartera de mercado, yacen sobre CML. Por lo tanto:

$$E(R_M) = R_F + \lambda^* \sigma_M \quad (3.5.3)$$

Las ecuaciones 3.5.2 y 3.5.3 indican que el rendimiento esperado sobre una cartera eficaz en equilibrio es igual a un rendimiento libre de riesgo más el precio de mercado del riesgo multiplicado por la desviación estándar de los rendimientos de la cartera. Esta relación se dibuja en la figura 4. CML se ha trazado como una línea recta que tiene una intercepción en  $R_F$ , el rendimiento libre de riesgo, y una pendiente igual al precio de mercado del riesgo  $\lambda^*$ , que es la prima de riesgo del mercado  $[E(R_M) - R_F]$  dividida entre  $\sigma_M$ . De tal forma, el precio de mercado del riesgo,  $\lambda^*$ , es una prima de riesgo normalizada.

El precio de mercado del riesgo refleja las actitudes de los individuos en forma conjunta hacia el riesgo.

Este tipo de modelos constituye una extensión para los modelos como el de Markowitz o el de Desviación Media Absoluta que, bajo el marco de los modelos CAPM, se ven enriquecidos.

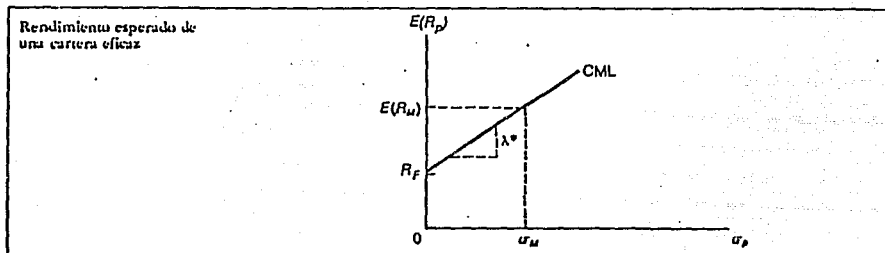


Figura 4

### 3.6 Modelos APT [30]

Como una generalización para los modelos CAPM presentados en el apartado 3.5 anterior se tienen los modelos llamados APT (modelos de fijación de precios por arbitraje). Mientras que en los modelos CAPM la tasa de rendimiento de la cartera es una función lineal de un solo factor (la tasa de rendimiento de la cartera de mercado), en los modelos APT esta dependencia lineal se extiende a  $k$  factores, como se muestra a continuación:

$$\bar{R}_i = E(\bar{R}_i) + b_{i1}\bar{F}_1 + \dots + b_{ik}\bar{F}_k + \bar{\varepsilon}_i$$

donde:

$\bar{R}_i$  = tasa de rendimiento aleatoria del  $i$ -ésimo activo.

$E(\bar{R}_i)$  = valor esperado de la tasa de rendimiento del  $i$ -ésimo activo.

$b_{ik}$  = sensibilidad del rendimiento del  $i$ -ésimo activo con respecto al  $k$ -ésimo factor.

$\bar{F}_k$  =  $k$ -ésimo factor (de media cero) común a los rendimientos de todos los activos bajo consideración.

$\bar{\varepsilon}_i$  = término aleatorio de ruido (con media cero) para el  $i$ -ésimo activo.

Estas carteras reciben el nombre de carteras con arbitraje. Para construir las definimos:

$w_i$  = cambio en la cantidad de dinero invertida en el  $i$ -ésimo activo, expresada como porcentaje del total a invertir.



Como estas carteras no requieren de dinero extra, normalmente se forman vendiendo algunos de sus activos para comprar otros. El cambio total en la cantidad invertida debe ser cero, así que se tiene la condición:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 0 \quad (3.6.1)$$

Si hay  $n$  activos en la cartera con arbitraje, entonces el rendimiento adicional ganado es:

$$\begin{aligned} \bar{R}_p &= \sum_{i=1}^n w_i \bar{R}_i \\ &= \sum_i w_i E(\bar{R}_i) + \sum_i w_i b_{i1} \bar{F}_1 + \dots + \sum_i w_i b_{ik} \bar{F}_k + \sum_i w_i \bar{\varepsilon}_i \end{aligned}$$

Por otro lado, para obtener una cartera con arbitraje libre de riesgo se deben eliminar tanto los riesgos sistemáticos como los no sistemáticos. Esto se logra estableciendo tres condiciones:

- i) seleccionando cambios  $w_i$  que sean pequeños.
- ii) diversificando la cartera mediante la inclusión de un gran número de activos.
- iii) seleccionando  $w_i$  para cada factor  $k$ , de modo que la suma ponderada de los componentes del riesgo sistemático,  $b_k$ , sea cero.

Es decir:

$$w_i \cong 1/n$$

$n$  es un número grande

$$\sum_i w_i b_{ik} = 0, \text{ para toda } k \quad (3.6.2)$$

Para  $n$  grande, la Ley de los Grandes Números garantiza que el promedio ponderado de los errores no sistemáticos,  $\bar{\varepsilon}_i$ , se aproxima a cero. De modo que resulta:

$$\bar{R}_p = \sum_i w_i E(\bar{R}_i) + \sum_i w_i b_{i1} \bar{F}_1 + \dots + \sum_i w_i b_{ik} \bar{F}_k$$

A primera vista el rendimiento de la cartera con arbitraje parece ser una variable aleatoria, pero debido a la condición iii) anterior se elimina todo el riesgo sistemático. Es decir,  $R_p$  se convierte en una constante gracias a una adecuada selección de las  $w_i$ ; por lo tanto se tiene:

$$R_p = \sum_i w_i E(\bar{R}_i)$$

Resumiendo se puede decir que las carteras con arbitraje, construidas como se ha indicado, tienen las siguientes dos propiedades que las caracterizan:

- A) No requieren dinero extra.
- B) Están libres de riesgo.

Para que el mercado se encuentre en equilibrio, se debe cumplir que:

$$R_p = \sum_i w_i E(\bar{R}_i) = 0 \quad (3.6.3)$$

Como una consecuencia de las ecuaciones 3.6.1, 3.6.2 y 3.6.3 resulta que el rendimiento esperado debe ser una combinación lineal de los coeficientes  $b_i$ , es decir, deben existir constantes  $\lambda_0, \dots, \lambda_k$  tales que:

$$E(R_i) = \lambda_0 + \lambda_1 b_{i1} + \dots + \lambda_k b_{ik}$$

Si existe un activo libre de riesgo con rendimiento  $R_f$ , entonces  $b_{0k} = 0$ ,  $R_f = \lambda_0$ , y se tiene:

$$E(R_i) - R_f = \lambda_1 b_{i1} + \dots + \lambda_k b_{ik}$$

La figura 3.6.1 ilustra esta última relación para el caso de un solo factor estocástico, el  $k$ -ésimo. En equilibrio, todos los activos deben caer sobre la línea de precios con arbitraje;  $\lambda$  representa el premio por el riesgo para ese factor.

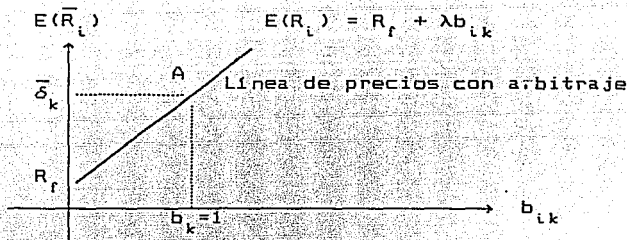


figura 3.6.1

Para el caso de la figura la última ecuación se puede reescribir como:

$$E(R_t) = R_f + [\bar{\delta}_k - R_f] b_{ik}$$

donde:

$\bar{\delta}_k$  = rendimiento esperado de una cartera con sensibilidad unitaria con respecto al k-ésimo factor y cero con respecto a todos los demás.

Por lo que resulta:

$$\lambda_k = \bar{\delta}_k - R_f$$

Para el caso general, el modelo APT puede escribirse como:

$$E(R_t) - R_f = [\bar{\delta}_1 - R_f] b_{i1} + \dots + [\bar{\delta}_k - R_f] b_{ik}$$

Finalmente se resumen a continuación las características que permiten afirmar que los modelos APT constituyen una generalización para los modelos CAPM, conformando una teoría más amplia:

1. APT no hace suposiciones sobre la distribución empírica de los rendimientos de los activos.
2. APT permite que el equilibrio en el rendimiento de los activos dependa (linealmente) de muchos factores, en vez de uno solo como lo hace CAPM.
3. No hay un requisito especial para la cartera de mercado en APT mientras que en CAPM es fundamental que esta cartera sea

eficiente.

### 3.7 Modelos Binarios [21]

Es estos modelos se debe escoger entre diversas alternativas la, o las más prometedoras para invertir un capital fijo disponible. Se les llama binarios porque la variable de decisión sólo puede tomar los valores cero o uno, dependiendo de si la alternativa se elige o no.

Se tienen diversos planteamientos para este caso, desde el que sólo considera al beneficio, hasta los que consideran los momentos de más alto orden de la distribución de probabilidad de los beneficios.

Las variables a utilizar se definen a continuación:

- $X_j$  variable de decisión vale 1 ó 0 según se invierta o no en el instrumento  $j$
- $C_{jt}$  variable aleatoria que representa el valor del beneficio neto del  $j$ -ésimo instrumento de inversión en el tiempo  $t$  donde  $j=1, \dots, n$   $t=1, \dots, T$
- $A_{jt}$  variable aleatoria que representa el costo neto del  $j$ -ésimo instrumento de inversión en el tiempo  $t$
- $B_t$  variable aleatoria que representa al presupuesto disponible en el tiempo  $t$

Se supone que, o se conocen las funciones de distribución o se tienen datos suficientes para determinar sus tres primeros momentos.

i) En el primer modelo se asume certeza, ya que cada variable aleatoria está representada por su valor esperado. Así el modelo determinista que se usará es el siguiente:

$$(I) \quad \max \sum_{j=1}^n E(C_j) X_j$$

$$\text{s. a.} \quad \sum_{j=1}^n E(A_{jt}) X_j \leq E(B_t) \quad t=1, \dots, T$$

$$X_j = 0, 1$$

En este modelo la función objetivo es lineal, pues no toma en cuenta el riesgo que es la dispersión.

ii) El segundo modelo que sí toma en cuenta el riesgo, es el siguiente:

$$(II) \quad \max Y = E(Z) - KV(Z)$$

$$\text{s. a.} \quad \sum_{j=1}^n E(A_{jt}) X_j \leq E(B_t) \quad t=1, \dots, T$$

$$X_j = 0, 1$$

Donde:

$$E(Z) = \sum_{j=1}^n E(C_j) X_j \quad \text{es la esperanza de los beneficios}$$

$$V(Z) = \sum_{i,j} X_i \sigma_{ij} X_j \quad \text{con } (i,j) = 1, \dots, n \text{ es la varianza de } Z, \sigma_{ij} \text{ es la covariancia de } (C_i, C_j) \text{ y } K \text{ es un factor de peso que dará el decisor}$$

En esta función objetivo se maximiza  $E(Z)$  y se minimiza  $V(Z)$ ;  $K$  significa el grado de aversión al riesgo, de tal manera que una  $K$  grande refleja una actitud conservadora y los valores pequeños indican que casi no se toma en cuenta la posibilidad de perder.

iii) El tercer modelo que se propone maximiza beneficios sujetos a un riesgo máximo fijo como sigue:

$$\begin{aligned}
 \text{(III)} \quad & \max \sum_{j=1}^n E(C_j) X_j \\
 \text{s. a.} \quad & V \left\{ \sum_{j=1}^n E(C_j) X_j \right\} \leq M \\
 & X_j = 0, 1
 \end{aligned}$$

La notación es la misma que se ha definido renglones arriba.

iv) El cuarto modelo minimiza el riesgo sujeto a un rendimiento mínimo como sigue:

$$\begin{aligned}
 \text{(IV)} \quad & \min V \left\{ \sum_{j=1}^n E(C_j) X_j \right\} \\
 \text{s. a.} \quad & \sum_{j=1}^n E(C_j) X_j \geq M \\
 & X_j = 0, 1
 \end{aligned}$$

En cualquier caso se obtiene en cuáles instrumentos se debe invertir y cuánto.

En estos modelos la programación entera, en particular la programación binaria, es fundamental para obtener la solución requerida. Destacan en este punto algoritmos como el de Balas Geoffrion [26].

#### IV. EL MODELO DE DESVIACION MEDIA ABSOLUTA

El Modelo de Desviación Media Absoluta (MAD) presentado en el capítulo anterior, propuesto como una alternativa al clásico modelo cuadrático de Markowitz (MM), fue diseñado por los autores japoneses [10, 11, 12] Hiroshi Konno y Hiroaki Yamazaki en 1989.

Este modelo tiene la importante característica de que puede formularse como un Problema de Programación Lineal, según veremos a continuación:

Sea  $r_{jt}$  la realización de la variable aleatoria  $R_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) durante el periodo  $t$  ( $t = 1, \dots, T$ ), la cual suponemos está disponible por datos históricos (en nuestro caso consultamos [3]), o bien mediante alguna proyección a futuro. Suponemos también que su valor esperado puede aproximarse mediante el promedio de estos datos. Sea

$$r_j := E[R_j] = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_{jt} \quad j = 1, \dots, n$$

entonces,

$$E \left[ \sum_{j=1}^n R_j x_j \right] = \sum_{j=1}^n r_j x_j$$

por lo que:

$$w(x) = E \left[ \left| \sum_{j=1}^n R_j x_j - E \left[ \sum_{j=1}^n R_j x_j \right] \right| \right] =$$



$$\begin{aligned}
&= E \left[ \left| \sum_{j=1}^n R_{jt} x_j - \sum_{j=1}^n r_{jt} x_j \right| \right] = \\
&= \sum_{t=1}^T \left\{ \left| \sum_{j=1}^n r_{jt} x_j - \sum_{j=1}^n r_{jt} x_j \right| \right\} / T = \\
&= \sum_{t=1}^T \left\{ \left| \sum_{j=1}^n (r_{jt} - r_j) x_j \right| \right\} / T
\end{aligned}$$

y definiendo  $a_{jt} = r_{jt} - r_j$  (desviaciones de la realización del activo  $j$  respecto de su promedio, en el periodo  $t$ ), se tiene que:

$$w(x) = \sum_{t=1}^T \left| \sum_{j=1}^n a_{jt} x_j \right| / T \quad (4.1)$$

de modo que el modelo MAD se puede reescribir como:

$$\begin{aligned}
&\min \sum_{t=1}^T \left| \sum_{j=1}^n a_{jt} x_j \right| / T \\
&\text{s. a. } \sum_{j=1}^n r_j x_j \geq \rho \\
&\sum_{j=1}^n x_j = 1 \\
&0 \leq x_j \leq u_j \quad j=1, \dots, n
\end{aligned}$$

(MAD1)

que es equivalente [10, 11, 12], al siguiente Problema de Programación Lineal:

$$\begin{aligned}
 & \min \sum_{t=1}^T y_t \\
 & \text{s. a. } y_t - \sum_{j=1}^n a_{jt} x_j \geq 0 \quad t = 1, \dots, T \\
 \text{(MADL)} \quad & \sum_{j=1}^n r_j x_j \geq \rho \\
 & \sum_{j=1}^n x_j = 1 \\
 & 0 \leq x_j \leq u_j \quad j = 1, \dots, n \\
 & y_t \geq 0 \quad t = 1, \dots, T
 \end{aligned}$$

donde el valor de  $w(x)$  puede recuperarse a partir de la definición de  $a_{jt}$  y la expresión 4.1.

Esta última expresión del modelo puede aplicarse directamente con los paquetes de programación lineal usuales y que son fácilmente accesibles.

La minimización de  $w(x)$  que propone el modelo MADL es equivalente a la minimización de la variancia  $\sigma(x)$  propuesta en el modelo clásico MM si  $(R_1, R_2, \dots, R_n)$  tiene distribución normal multivariada, de acuerdo a la siguiente:

**PROPOSICION 4.1** Si  $(R_1, R_2, \dots, R_n)$  tiene distribución normal multivariada, entonces:

$$w(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \sigma(x)$$

Prueba: Sean  $(\mu_1, \dots, \mu_n)$  la media de  $(R_1, \dots, R_n)$  y  $(\sigma_{ij})_{n \times n}$  su matriz de covariancias. Entonces, los resultados básicos de estadística matemática establecen que  $\sum_{j=1}^n R_j x_j$  tiene distribución normal con media  $\sum_{j=1}^n \mu_j x_j$  y desviación estándar

$$\sigma(x) = \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} x_i x_j \right]^{1/2}$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} w(x) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma(x)} \int_{-\infty}^{\infty} |u| \exp[-u^2/2\sigma^2(x)] du = \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma(x)} \left[ \int_{-\infty}^0 -u \exp[-u^2/2\sigma^2(x)] du + \int_0^{\infty} u \exp[-u^2/2\sigma^2(x)] du \right] = \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma(x)} [\sigma^2 + \sigma^2] = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \sigma(x). \end{aligned}$$

De este resultado se desprende que el modelo MAD propone una medida de riesgo tan buena como la propuesta por el modelo MM. Se ha señalado [11] sin embargo, que ante dos carteras con el mismo rendimiento y desviación estándar (absoluta), puede ser importante considerar el tercer momento de su distribución (curtosis) ya que si dicha distribución no es simétrica (como lo muestran resultados estadísticos del Mercado de Valores de Japón [12]), un inversor prudente elegirá la de tercer momento más grande ya que esto implica un menor riesgo de pérdidas. En este sentido se han propuesto algunas variantes del modelo MAD, que también conducen a problemas de programación lineal y que en su conjunto constituyen toda una clase de modelos denominados

cuasilineales (o lineales por trozos). Sin profundizar en esta clase de modelos, se señalarán algunas particularidades del que nos ocupa y que lo colocan por encima del modelo MM.

i) *Calculos previos.* La construcción del modelo MM requiere del cálculo previo de  $n(n + 1)/2$  covariancias, a partir de los datos históricos (o proyecciones futuras); mientras que la aplicación del modelo MADL es directa a partir de dichos datos.

ii) *Linealidad.* El modelo cuadrático MM para problemas de gran escala puede resultar muy poco manejable, en términos de tiempo-máquina; por su parte es bien conocida la existencia de algoritmos lineales que tienen una gran eficiencia computacional de modo que el modelo MADL aún cuando  $n$  es grande, digamos mayor que 1,000, se puede resolver en tiempos razonables.

iii) *Costos de administración.* La solución óptima del modelo MM usualmente contiene una gran cantidad de variables diferentes de cero. Esto en la práctica constituye una dificultad para administrar un gran número de activos, a parte de que algunos de los valores óptimos de las variables son tan pequeños que resultan incompatibles con las cantidades mínimas que se ofrecen en el mercado. Por su parte, la solución óptima del modelo MADL puede contener [11] a lo más  $2T + 2$  componentes positivas, sin importar el número  $n$  de activos que se manejen.

iv) *Actualización de datos.* Como no se tiene que calcular la matriz de covariancias, el modelo MADL permite una fácil actualización e incluso adición de los datos y variables que se vayan registrando al paso del tiempo.

Adicionalmente, resultados numéricos reportados por los autores mencionados al principio de este capítulo [10, 11, 12], evidencian las características que permiten justificar que el modelo MAD es una alternativa digna de considerarse para la optimización de carteras de inversión.

## V. APLICACIONES

Manteniendo en mente la idea del objetivo central de esta Tesis, desarrollado en el Capítulo I, se complementa la descripción del modelo de Desviación Media Absoluta mediante la aplicación concreta que se presenta enseguida. Asimismo se muestra un ejemplo de aplicación del modelo de Markowitz señalando, renglones adelante, algunos de sus contrastes más característicos.

### 5.1 Descripción

A partir de la información obtenida en la Bolsa Mexicana de Valores S. A. de C. V. (BMV) [3], se procedió a la aplicación del modelo MADL. Para ello se consideraron activos formados por las acciones de 33 empresas que cotizan en la BMV [7] y que en su conjunto constituyen más del 90% del Índice de Precios y Cotizaciones (IPyC). La lista completa de ellas se cita en el Apéndice A1. Los reportes que se utilizaron corresponden a los rendimientos reales mensuales de dichas acciones (descontando la inflación correspondiente), de Enero de 1991 a Enero de 1992 y aparecen en el Apéndice A2. Debe señalarse que sólo se tomaron en cuenta ganancias de capital y no pagos de dividendos debido a la gran irregularidad (o a veces inexistencia) de éstos.

Refiriéndonos al modelo MADL del capítulo anterior, se tuvo que  $T = 13$  (meses),  $n = 33$  (activos) y se consideraron variaciones para el

rendimiento  $\rho$  del orden del 1% al 14%, se asumió también que  $u_j = \infty$ , para  $j = 1, \dots, 33$ .

La forma concreta del modelo resultante, con estos datos, se presenta en el Apéndice A3 (para el caso particular  $\rho = 5\%$ ). Este se obtuvo como sigue:

En el Apéndice A2 aparecen los valores  $r_{jt}$ ,  $j=1, \dots, 33$ ,  $t=1, \dots, 13$  obtenidos de [3], de los rendimientos reales mensuales de las 33 emisoras consideradas durante los 13 meses que se analizaron (de Enero de 1991 a Enero de 1992). Los valores  $r_j$  que requiere el modelo MADL son los promedios por renglón. Tomando en cuenta que se ha definido  $a_{jt} = r_{jt} - r_j$  se calcularon estos valores y se muestran en dicho Apéndice. De este modo se tienen todos los elementos necesarios que al ser sustituidos en el modelo MADL permiten conocer la forma explícita del modelo la cual aparece en el Apéndice A3.

Como se mencionó en el Capítulo anterior, dicho modelo constituye un Problema de Programación Lineal el cual fue resuelto aplicando el conocido paquete computacional denominado "LINDO" (Linear, Interactive, Discrete Optimizer) versión 1991.

Las corridas efectuadas para diferentes valores de  $\rho$  en el rango arriba indicado permitieron construir la frontera eficiente que se muestra en la figura 5. Cabe aclarar que a partir de  $\rho = 14\%$  el problema resultó no factible. Cada punto de dicha gráfica representa una cartera óptima en el sentido de que para un rendimiento dado  $\rho$ , es

la de menor riesgo  $w(x)$ ; o bien, para un riesgo dado  $w(x)$  es la de máximo rendimiento  $\rho$ . La construcción de dicha frontera se efectuó como se especifica a continuación:

Consideremos, a manera de ilustración, el caso en que  $\rho=13\%$ . De la corrida correspondiente (Apéndice A4), se obtienen los valores de  $x_j$ ,  $j=1, \dots, 33$  que para este caso son:  $x_{11}=0.932723$ ,  $x_{31}=0.067277$  y todas las demás son cero. Con estos valores se calculan los productos  $a_{jt} x_j$  como se indica en el Apéndice A2 bajo el título "Recuperación de  $W(x)$ ". Posteriormente se hacen las sumas  $\left| \sum_{j=1}^{33} a_{jt} x_j \right|$ , o sea, el valor absoluto de las sumas por columna. Finalmente estos valores se suman y se divide entre 13, es decir se obtiene  $\sum_{t=1}^{13} \left| \sum_{j=1}^{33} a_{jt} x_j \right| / 13 = 10.68855$ , que es justamente el valor de  $W(x)$  que se deseaba recuperar.

Del mismo modo se procede para cada uno de los valores de  $\rho$ , obteniéndose la tabla siguiente, cuya gráfica se ha referido más arriba como la frontera eficiente (figura 5).



Rendimiento $\rho$ (%)	Desviación. Media Absoluta $W(x)$
1	1.29
2	1.29
3	1.29
4	1.34
5	1.65
6	2.02
7	2.51
8	3.30
9	4.16
10	5.10
11	6.42
12	8.50
13	10.69
14	no factible

Por otro lado y atendiendo a la Teoría de la Utilidad construí mi mapa de indiferencia personal rendimiento-riesgo (me declaro averso al riesgo), que se muestra en la figura 6 denominada "CURVAS DE INDIFERENCIA".

Finalmente, superponiendo este mapa de indiferencia sobre la gráfica de la frontera eficiente se determinó el punto de tangencia buscado (ver figura 7) con lo que se obtuvo la siguiente cartera óptima

personal:

Rendimiento esperado: 8% Riesgo esperado 3.3%

Composición de la Cartera Optima:

EMISORA		%
1) BANORTE	B	12.64
2) INTENAL	B	11.69
3) CEMEX	A	19.85
4) CIFRA	C	11.37
5) TELMEX		12.48
6) TEXEL		31.97

Estos resultados se ilustran en la gráfica titulada "CARTERA OPTIMA PERSONAL" (figura 7).

# FRONTERA EFICIENTE

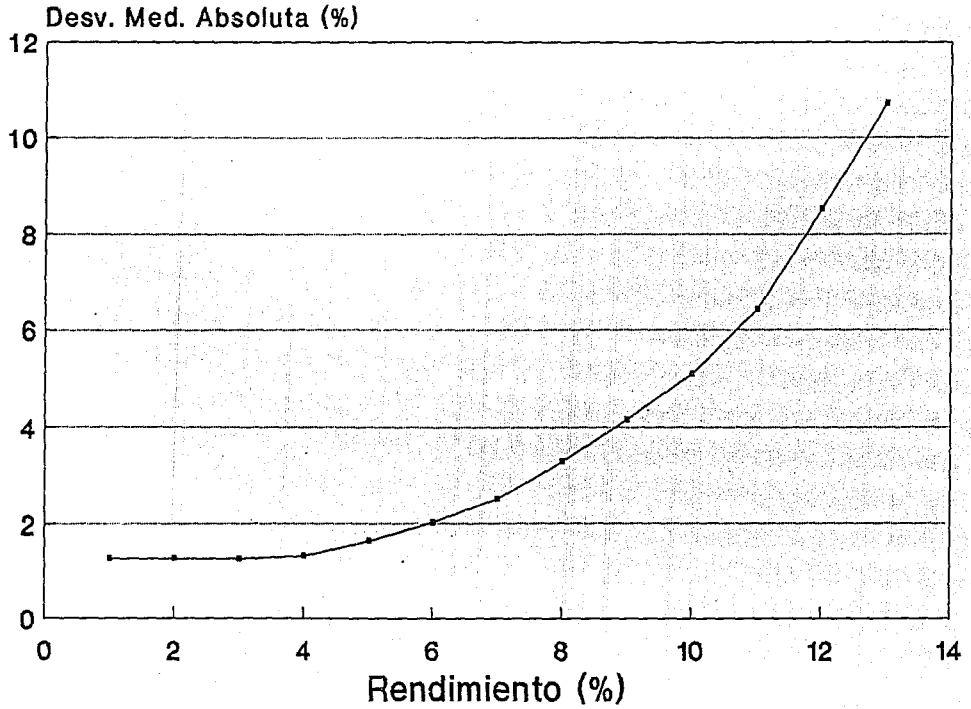


Figura 5

# CURVAS DE INDIFERENCIA

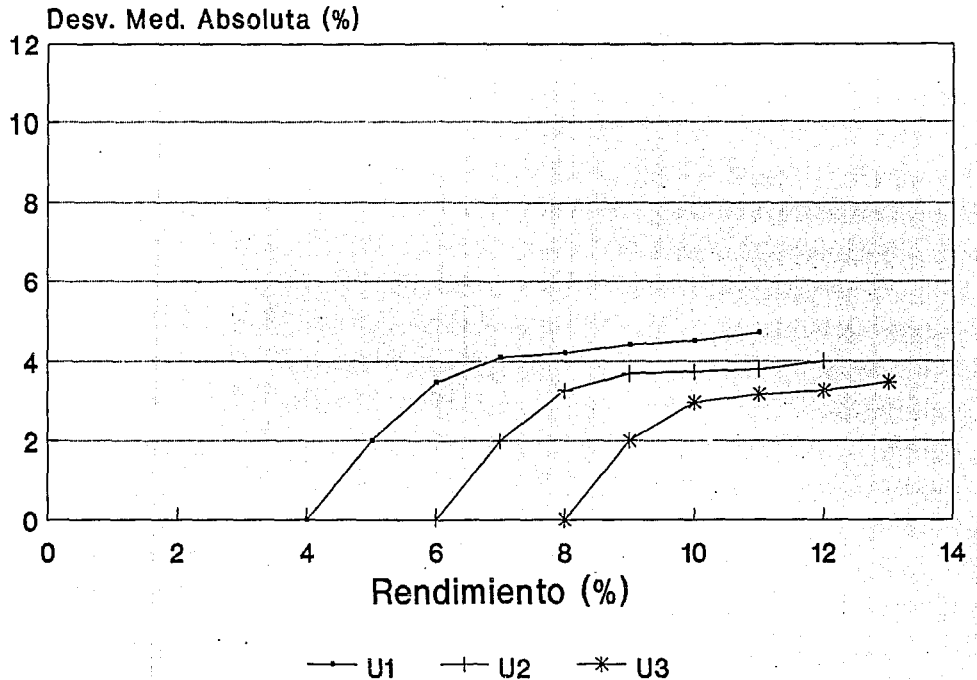


Figura 6

# CARTERA OPTIMA PERSONAL

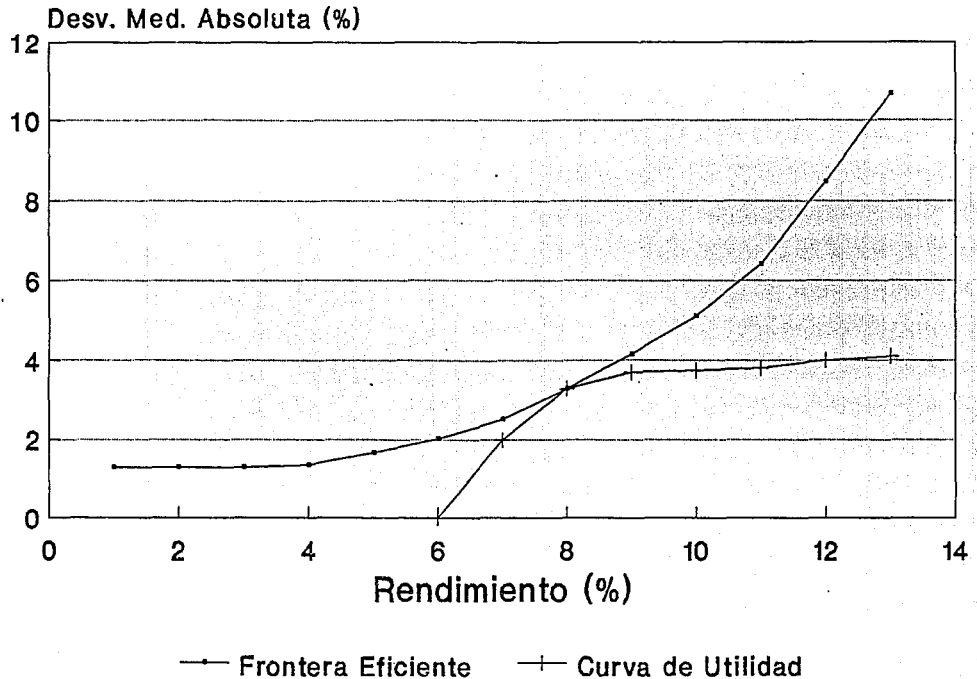


Figura 7

## 5.2 Ejemplo

I) A manera de ilustración, se muestra a continuación un ejemplo de aplicación del modelo de Markowitz. Para él se han considerado, por simplicidad, sólo seis activos (seleccionados de la aplicación del apartado anterior), que se muestran en el Apéndice A4 bajo el título "Cálculos del ejemplo Markowitz", también para una serie de 13 datos mensuales de Enero de 1991 a Enero de 1992. Debe señalarse que, debido a la gran cantidad de cálculos que involucra, uno de los problemas iniciales lo constituye la construcción de la matriz de covariancias, que para el caso particular  $cov(X_5, X_6)$  dicho apéndice muestra los cálculos intermedios. La matriz obtenida es la siguiente:

	BANORTE	INTENAL	CEMEX	CIFRA	TELMEX	TEXEL
BANORTE	147	141	47	- 62	- 25	- 86
INTENAL	141	205	24	- 58	- 17	- 85
CEMEX	47	24	177	59	103	- 77
CIFRA	- 62	- 58	59	94	66	5
TELMEX	- 25	- 17	103	66	191	- 63
TEXEL	- 86	- 85	- 77	5	- 63	209

MATRIZ DE COVARIANCIAS

Considerando los rendimientos promedio reales mensuales, calculados en el apartado anterior y que se muestran en el apéndice A2 bajo la columna  $(R_j)$ , se obtiene el siguiente modelo de Programación Cuadrática Paramétrica (se ha asumido que  $u_j = \infty$   $j=1, \dots, 6$ ), donde el parámetro  $\rho$  es el rendimiento real mensual mínimo requerido por el

inversionista.

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & 147X^2 + 205Y^2 + 177Z^2 + 94W^2 + 191S^2 + 209T^2 \\ & + 282XY + 94XZ - 124XW - 50XS - 172XT \\ & + 48YZ - 116YW - 34YS - 170YT \\ & + 118ZW + 206ZS - 154ZT \\ & + 132WS + 10WT \\ & - 126ST \end{aligned}$$

$$\text{s. a.} \quad X + Y + Z + W + S + T = 1$$

$$5.5X + 2.9Y + 13.4Z + 6.9W + 9.9S + 7.1T \geq \rho$$

$$X, Y, Z, W, S, T \geq 0$$

Para obtener la solución de esta programa no lineal nuevamente se utilizó el paquete LINDO. Dicho paquete exige una transformación previa en cuanto a su formulación (pues requiere de la consideración de las condiciones de Karush - Kuhn - Tucker - LaGrange de primer orden). Una vez efectuados los cambios necesarios, el modelo resultante, que para el caso particular  $\rho = 1\%$  aparece en el Apéndice A4 bajo el título "Forma del modelo del ejemplo Markowitz", se corrió para distintos valores de  $\rho$ , desde 1% hasta 14%. Dicho apéndice muestra también estas corridas. Finalmente sustituyendo los valores obtenidos para las variables X, Y, Z, W, S, T en la función objetivo del programa arriba señalado se recuperó el valor de la variancia mínima al tomar la raíz cuadrada. Los resultados obtenidos son los mostrados en la tabla siguiente:

Rendimiento $\rho$ (%)	Desviación Estándar $\sigma(x)$ (%)
1	3.64
2	3.64
3	3.64
4	3.64
5	3.64
6	3.64
7	3.76
8	4.49
9	5.41
10	6.49
11	7.80
12	9.53
13	12.12
14	no factible

Estos datos se han graficado y se muestran en la figura 8 bajo el título "Frontera Eficaz". Procediendo de nuevo como en el apartado anterior construí mi mapa de curvas de indiferencia (ver figura 9), para obtener por último la cartera óptima que se muestra en la tabla (ver figura 10):



Rendimiento esperado: 7% Desviación Estándar 3.8%

Composición de la Cartera Optima:

EMISORA		%
1) BANORTE	B	36.2
2) CEMEX	A	2.0
3) CIFRA	C	22.9
4) TELMEX		14.1
5) TEXEL		24.8

II) Para complementar el estudio realizado y siguiendo el procedimiento que se detalla en el inciso I) anterior se aplicó el modelo de Markowitz considerando los mismos datos (33 activos y 13 meses, de Enero de 1991 a Enero de 1992), que intervienen en el caso del modelo de Desviación Media Absoluta. Los cálculos intermedios aparecen en el Apéndice A4 bajo la denominación de "Markowitz Completo". Los resultados obtenidos son los siguientes:

# FRONTERA EFICAZ

## EJEMPLO DEL MODELO MARKOWITZ

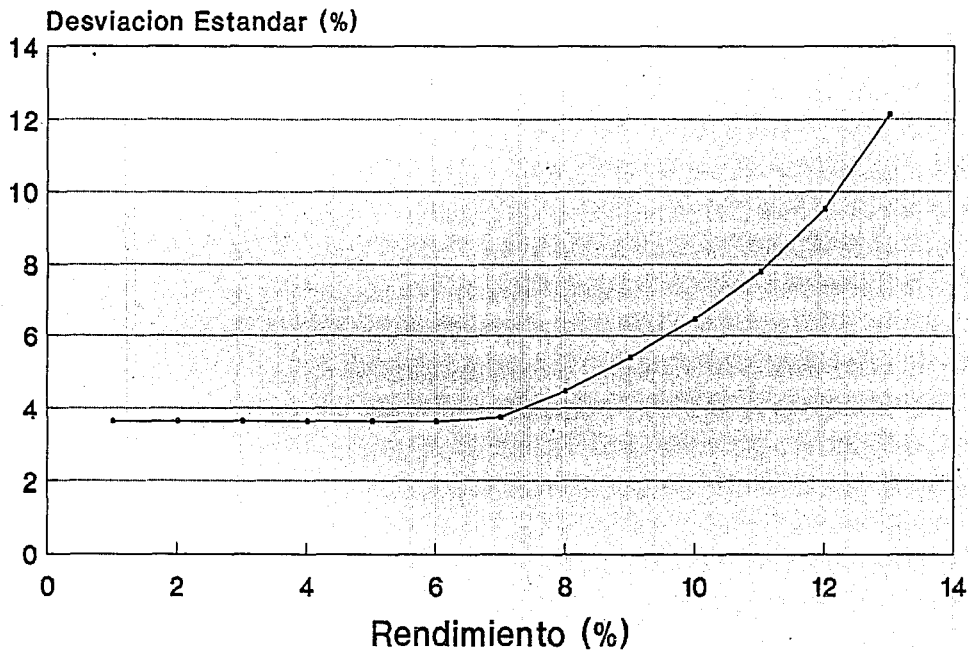


Figura 8

# MAPA DE INDIFERENCIA EJEMPLO DEL MODELO MARKOWITZ

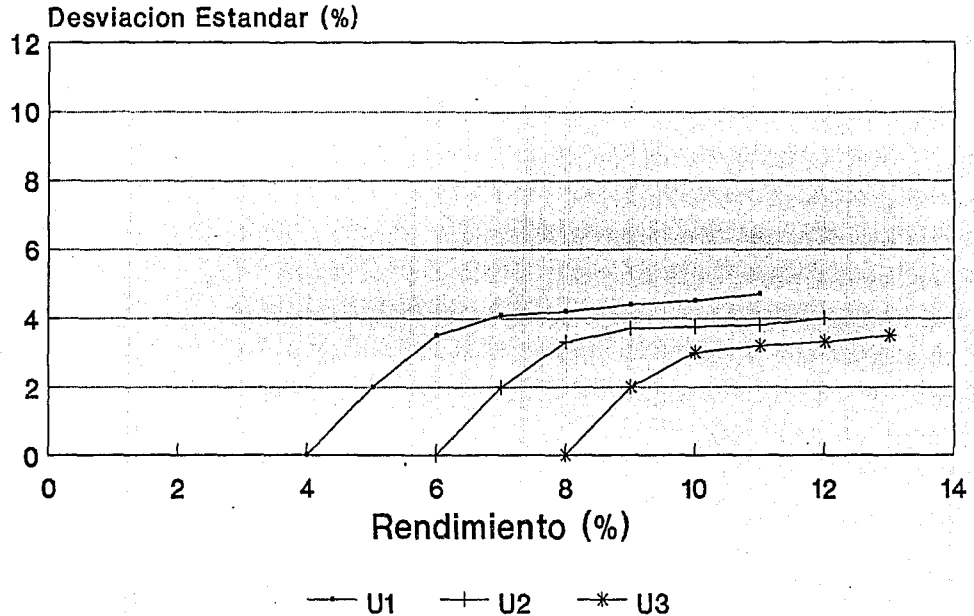


Figura 9

# CARTERA OPTIMA EJEMPLO DEL MODELO MARKOWITZ

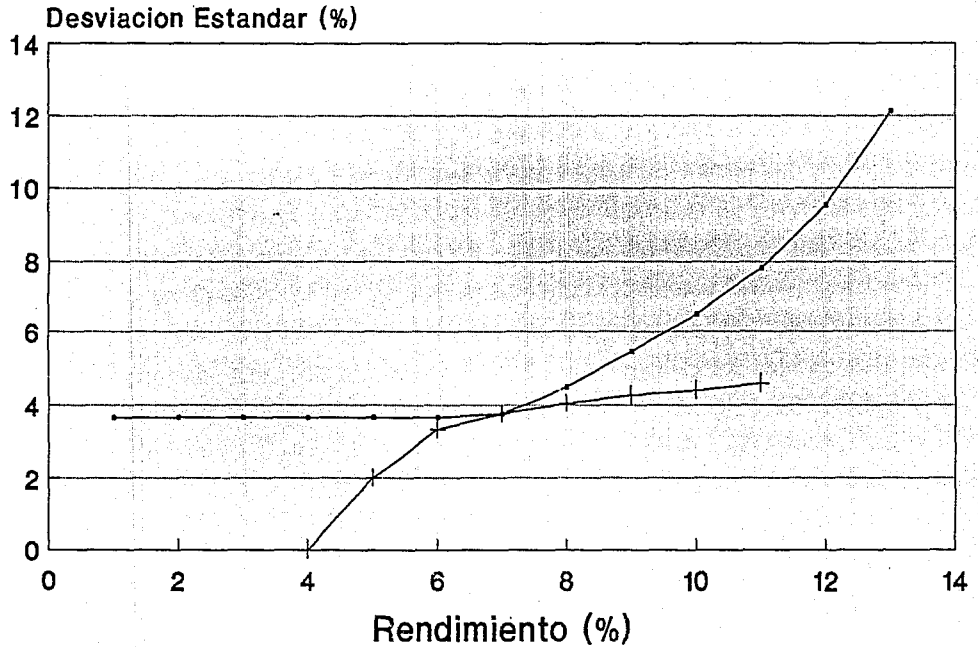


Figura 10

MATRIZ DE COVARIANCIAS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	128	50	40	87	38	57	123	35	35	23	65
2	50	117	97	71	101	118	140	-2	12	29	11
3	40	97	147	124	141	149	138	43	7	30	47
4	87	71	124	189	132	151	154	58	-15	41	39
5	38	101	141	132	205	164	153	43	-8	32	24
6	57	118	149	151	164	235	186	63	43	76	65
7	123	140	138	154	153	186	251	35	30	90	75
8	35	-2	43	58	43	63	35	91	37	43	70
9	35	12	7	-15	-8	43	30	37	112	97	114
10	23	29	30	41	32	76	90	43	97	270	113
11	65	11	47	39	24	65	75	70	114	113	177

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	90	22	33	1	56	-18	161	7	26	36	18
2	19	-31	-6	-42	46	-11	49	48	41	13	-20
3	36	-52	-62	-62	111	11	18	48	30	23	12
4	38	-53	-66	-63	103	-6	-20	15	-8	33	-25
5	4	-55	-44	-58	28	-8	-13	34	25	49	-36
6	56	-54	-38	-53	95	41	32	74	43	10	26
7	77	-31	-4	-51	89	-1	109	54	40	48	-1
8	73	22	20	16	72	5	52	-14	15	4	64
9	127	58	86	50	34	45	162	55	72	24	121
10	136	23	81	17	41	46	16	59	34	85	85
11	169	77	84	59	97	39	207	62	92	36	137

	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1	30	-30	32	17	16	26	66	25	25	-2	61
2	-56	21	10	-45	72	10	16	-22	-43	-25	-10
3	-85	4	-1	-36	77	80	9	-25	-86	-28	-36
4	-9	-39	-24	-44	38	108	11	-26	4	-49	-39
5	-102	2	8	-31	51	60	24	-17	-85	-51	-43
6	-50	-13	9	-53	110	100	60	37	-50	1	-51
7	-36	-21	21	-26	99	37	45	-14	-20	-6	-1
8	-14	-37	13	35	27	69	61	65	-24	26	5
9	53	14	65	58	69	42	113	125	-70	88	83
10	107	30	35	54	126	96	76	100	-61	96	52
11	66	-15	70	91	80	55	120	103	-77	121	109

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	90	19	36	38	4	56	77	73	127	136	169
13	22	-31	-52	-53	-55	-54	-31	22	58	23	77
14	33	-6	-62	-66	-44	-38	-4	20	85	81	84
15	1	-42	-62	-63	-58	-53	-51	16	50	17	59
16	56	46	111	103	28	95	89	72	34	41	97
17	-18	-11	11	-6	-8	41	-1	5	46	39	39
18	161	49	18	-20	-13	32	109	52	162	16	207
19	7	48	48	15	34	74	54	-14	55	59	62
20	26	41	30	-8	25	43	40	15	72	34	92
21	36	13	23	33	49	10	48	4	24	85	36
22	18	-20	12	-25	-36	26	-1	64	121	85	137

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
12	192	73	91	52	97	39	228	60	84	54	140
13	73	118	150	101	3	-37	148	-15	71	-20	65
14	91	150	234	126	-19	-61	175	-20	97	-19	73
15	52	101	126	94	-21	-21	111	-7	60	-23	50
16	97	3	-19	-21	211	10	91	26	37	-20	86
17	39	-37	-61	-21	10	91	8	63	-4	25	58
18	228	148	175	111	91	8	526	99	181	25	140
19	60	-15	-20	-7	26	63	99	127	75	35	11
20	84	71	97	60	37	-4	181	75	118	-2	43
21	54	-20	-19	-23	-20	25	25	35	-2	95	2
22	140	65	73	50	86	58	140	11	43	2	203

	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
12	83	2	77	90	83	81	135	126	-68	108	124
13	75	-27	46	76	3	-61	82	66	-9	84	109
14	96	-24	63	77	35	-85	122	104	-23	96	133
15	77	-18	40	69	-5	-54	71	66	5	85	90
16	-13	-31	-3	-4	87	87	20	-8	-50	32	9
17	13	28	17	8	34	69	15	49	-27	41	13
18	82	0	157	132	62	-31	207	125	-55	160	247
19	56	65	47	14	71	50	41	18	-44	78	60
20	52	24	65	48	61	-13	91	48	-61	94	110
21	23	40	29	36	14	61	23	20	-44	0	39
22	-1	-22	49	63	68	53	101	144	109	77	46

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
23	30	-56	-85	-9	-102	-50	-36	-14	53	107	66
24	-30	21	4	-39	2	-13	-21	-37	14	30	-15
25	32	10	-1	-24	8	9	21	13	65	35	70
26	17	-45	-36	-44	-31	-53	-26	35	58	54	91
27	16	72	77	38	51	110	99	27	69	126	80
28	26	10	80	108	60	100	37	69	42	96	55
29	66	16	9	11	24	60	45	61	113	76	120
30	25	-22	-25	-26	-17	37	-14	65	125	100	103
31	25	-43	-86	4	-85	-50	-20	-24	-70	-61	-77
32	-2	-25	-28	-49	-51	1	-6	26	88	96	121
33	61	-10	-36	-39	-43	-51	-1	5	83	52	109

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
23	83	75	96	77	-13	13	82	56	52	23	-1
24	2	-27	-24	-18	-31	28	0	65	24	40	-22
25	77	46	63	40	-13	17	157	47	65	29	49
26	90	76	77	69	-4	8	132	14	48	36	63
27	83	3	35	-5	87	34	66	71	61	14	68
28	81	-61	-85	-54	87	69	-31	50	-13	61	53
29	135	82	122	71	20	15	207	41	91	23	101
30	126	66	104	66	-8	49	125	118	48	20	144
31	-68	-9	-23	5	-50	-27	-55	-44	-61	-44	-109
32	108	84	96	85	32	41	160	78	94	0	77
33	124	109	133	90	9	-13	247	60	110	39	46

	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
23	255	13	32	59	8	23	63	52	88	120	135
24	13	83	22	3	23	25	-5	-3	-48	14	29
25	32	22	63	56	28	1	79	62	-44	63	87
26	59	3	56	105	2	-6	67	63	-25	94	102
27	8	23	28	2	120	50	49	42	-75	63	19
28	23	25	1	-6	50	191	38	64	-57	-8	-18
29	63	-5	79	67	49	38	153	144	-56	81	109
30	52	-3	62	63	42	64	144	191	-63	72	63
31	88	-48	-44	-25	-75	-57	-56	-63	209	-7	-24
32	120	14	63	94	63	-8	81	72	-7	170	114
33	135	29	87	102	19	-18	109	63	-24	114	187

La forma explícita del modelo se puede consultar en el mencionado Apéndice A4 ("Markowitz Completo"). La frontera eficaz obtenida aparece en la figura 11 y representa la gráfica de los siguientes valores:

Rendimiento $\rho$ (%)	Desviación Estándar $\sigma(x)$ (%)
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	2.57
12	5.22
13	10.88
14	no factible

Finalmente, el modelo de Markowitz selecciona la cartera óptima de la figura 12 que queda constituida como sigue:



Rendimiento esperado: 11%

Desviación Estándar 2.57%

Composición de la Cartera Optima:

EMISORA		%
1) SOMEX	B	19
2) CEMEX	A	27
3) CEMEX	B	16
4) GCARSO	A1NVO	38

# FRONTERA EFICAZ EJEMPLO MARKOWITZ COMPLETO

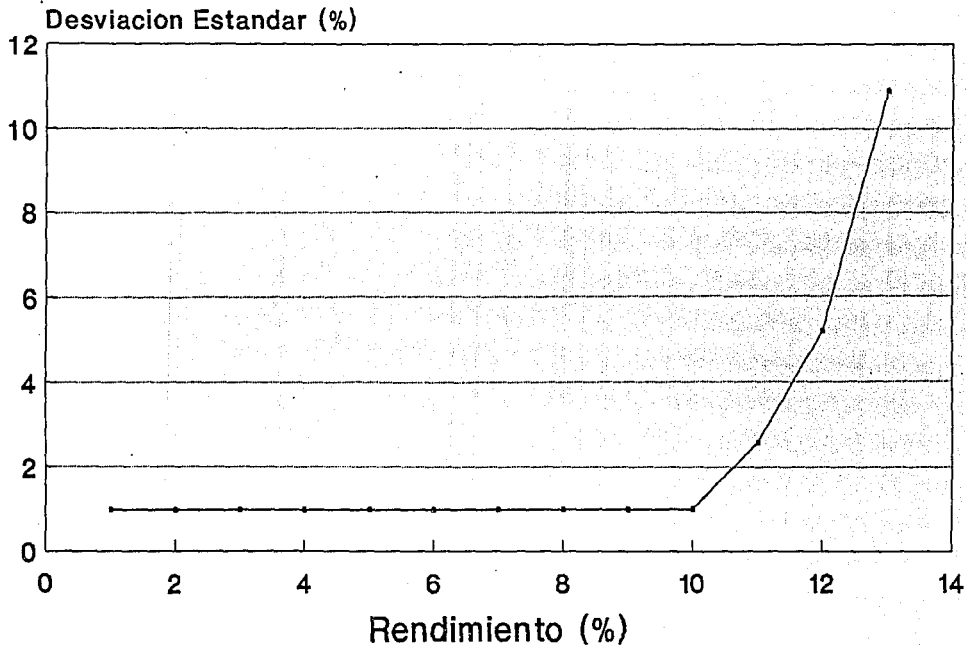


Figura 11

# CARTERA OPTIMA EJEMPLO MARKOWITZ COMPLETO

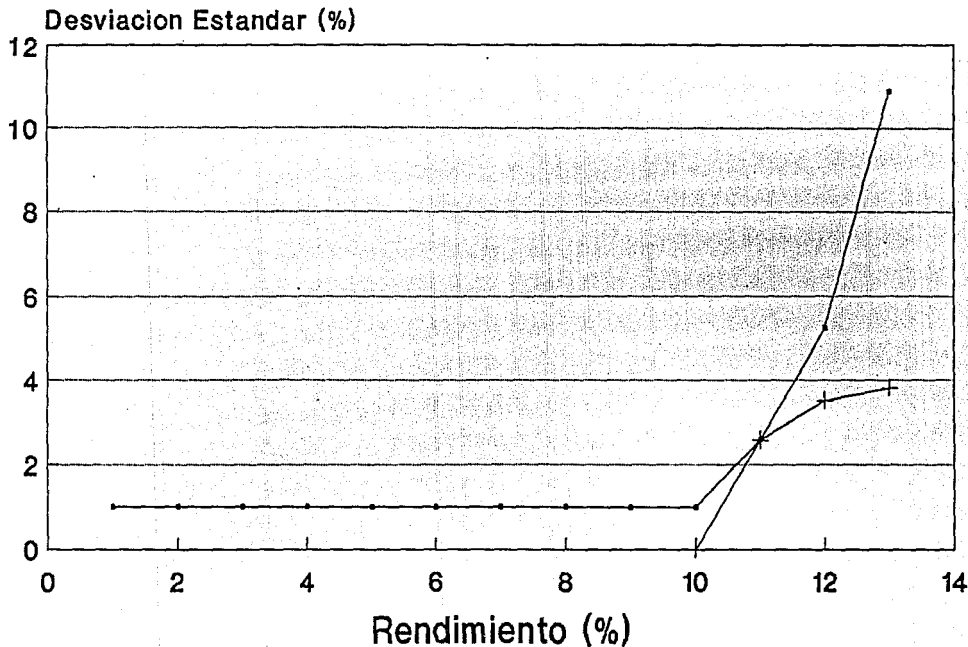


Figura 12

### 5.3 Conclusion

En relación a la aplicación del Modelo de Desviación Media Absoluta se puede establecer lo siguiente:

- La cartera óptima resultante está compuesta tan sólo por seis activos. La proporción invertida en cada uno de ellos supera en todos los casos al 10% del capital total disponible para la inversión. Esto, desde un punto de vista práctico, permite un manejo adecuado para el administrador de la cartera, quien puede ir registrando las modificaciones que presenten los rendimientos de sus activos para mantener en todo momento actualizado sus niveles de información, sin tener que manejar grandes volúmenes de datos [18].

- Se puede observar que el rendimiento de la cartera (8%) supera al rendimiento individual (promedio) de cuatro de los seis activos que la forman. Hay diversificación en los activos seleccionados pues se tienen empresas de los ramos [7] Bancos, Cemento, Casas Comerciales, Comunicaciones y Textiles.

- Nótese que el rendimiento del 8% real mensual de la cartera óptima, al compararse con el rendimiento actual (Marzo de 1992) de los CETES a 28 días (instrumento de renta fija, es decir, sin riesgo), que equivale [8, 7] a 1.06% real mensual, representa un avance bastante significativo, que compensa el riesgo asumido del 3.3% real mensual.

Por otra parte, en cuanto al ejemplo del modelo de Markowitz se puede señalar que:

- Requiere una gran cantidad de cálculos previos, aún cuando  $n$  es pequeña ( $n = 6, 33$ ), para la obtención de la matriz de covariancias.

- Los paquetes computacionales para programas cuadráticos son escasos y frecuentemente, como en el caso presentado, requieren una transformación o reformulación del problema a parte de introducir algunas variables auxiliares extra (coeficientes Lagrangeanos).

- En el primer ejemplo visto el modelo de Markowitz seleccionó cinco de los seis activos utilizados y en uno de ellos debe invertirse tan sólo el 2% del presupuesto disponible. Esto podría causar dificultades en cuanto a los montos mínimos que se ofrecen en el mercado.

- En el segundo ejemplo el modelo de Markowitz tan sólo seleccionó cuatro de los 33 activos utilizados. Esto es muy conveniente en lo referente a la administración de la cartera resultante.

- El rendimiento de la cartera obtenido (para el primer ejemplo) del 7% real anual aún con su desviación de  $\pm 3.7\%$  representa una clara ventaja sobre los instrumentos de renta fija que, como se

señaló anteriormente, al momento actual ofrecen un rendimiento del 1.06% real mensual. Lo mismo sucede para el segundo ejemplo con  $\rho=11\%$  y  $\sigma=2.57\%$ .

- Debe destacarse que el modelo de Markowitz (para el caso de 33 activos) conduce a una cartera con rendimiento más alto (11%) que el obtenido mediante el modelo de Desviación Media Absoluta (8%).

De acuerdo a lo anterior se concluye que las inversiones en cartera son superiores a las inversiones en un solo tipo de activo.

Sin duda alguna el mundo de las inversiones requiere de una gran disciplina y metodología en la toma de decisiones. La razón es la mejor arma. Hay que mirar hacia el futuro en forma fría, objetiva y analítica, sin sentimentalismos [18]. En este sentido, los resultados del modelo aquí estudiado constituyen un punto de partida racional para un inversionista exigente, conservador y sensato.

## VI. CONCLUSIONES

Se señalarán a continuación algunas de las conclusiones más importantes a las que se han arribado como consecuencia de todo el proceso de estudio, investigación, elaboración y presentación de esta Tesis.

- Encontramos en el presente trabajo una manifestación más de la gran aplicabilidad que la Investigación de Operaciones, como disciplina de actualidad reconocida, tiene sobre distintas áreas de la actividad humana. En este caso la selección de una cartera de inversión óptima con riesgo mínimo y rendimiento dado se apoya en las técnicas de la Programación Lineal. Es claro el papel que ésta juega como elemento de soporte para la toma de decisiones.

- En el mundo de las inversiones a través de la Bolsa de Valores las decisiones tienden a tomarse cada vez más en base a criterios de juicio racionales y metodológicos, tratando de evitar los apasionamientos ante aparentes ganancias exorbitantes que podrían conducir, en un momento dado, también a pérdidas enormes. Aunque no se pretende dar una guía sobre la administración de carteras de inversión sí se debe señalar que los elementos técnicos que nos proporciona la Investigación de Operaciones sientan las bases para un análisis objetivo que conduce a la mejor decisión.

- De los modelos citados se puede señalar lo siguiente:
- El modelo de Markowitz (MM) tiene la desventaja de conducir a un problema de Programación Cuadrática, a parte de la gran cantidad de cálculos previos requeridos para su implementación (obtención de la matriz de covariancias).
- El modelo Dinámico (MD) supone una total certidumbre tanto de los rendimientos futuros de los activos como de los requisitos de liquidez que se deberán satisfacer en cada uno de los periodos posteriores al momento de la inversión, por lo tanto no considera el riesgo.
- El modelo de Desviación Media Absoluta (MAD) conduce a un problema de Programación Lineal que es fácilmente soluble con la paquetería existente, además su medida del riesgo es tan buena como la del modelo clásico de Markowitz.
- En la aplicación numérica presentada, el modelo MAD condujo a una cartera óptima con un rendimiento esperado del 8% real mensual con un riesgo del 3.3% lo cual, comparado con el 1.06% de rendimiento real mensual de un instrumento típico de renta fija (CETES a 28 días), muestra una clara superioridad.
- Estas razones, aparte de otras que se han puntualizado a lo largo de esta Tesis, hacen ver que el modelo MAD es una alternativa viable con grandes posibilidades de aplicación en la



práctica.

- Por su parte los modelos CAPM constituyen una extensión para modelos como el de Markowitz o el de Desviación Media Absoluta; en este sentido, lejos de contraponerse se complementan.

- Los modelos APT generalizan el concepto introducido en los modelos CAPM.

- Los modelos binarios conducen a problemas de programación entera cero-uno en donde algoritmos como el de Balas-Geoffrion cobran singular importancia, aunque estos modelos no tienen mucha difusión ni gran aceptación en las inversiones en la Bolsa de Valores, debido a que son del tipo "se invierte o no se invierte" en un activo dado sin considerar fracciones de un presupuesto disponible.

- La aparente nube de misterio que parece rodear al medio Bursátil no es más que eso; aparente. La literatura al respecto, aunque no muy extendida en la actualidad, permite al profano irse introduciendo gradualmente en un mundo que cada vez es accesible a una mayor parte de la población. Este trabajo intenta poner su granito de arena y motivar al lector para acercarse más al medio. Abrir el panorama, ésa es la intención.

- La cantidad de estudios sobre este tema crece día con día. Aquí se tiene un eslabón más en esta larga cadena.

- No se pretende ver el presente trabajo como un producto terminado, ni tan sólo como la culminación de una serie de esfuerzos para la obtención de un grado académico más, sino como un motor y punto de partida para estudios e investigaciones subsecuentes de todos aquellos quienes se sientan atraídos por este apasionante tema.

- El desarrollo científico y tecnológico de México, y del Mundo en general, exige una preparación Profesional más amplia y sólida. La presentación de este trabajo nos ubica en ese largo camino.

*La sed de conocimientos del ser humano es inagotable.*

## VII. BIBLIOGRAFIA

- [1] Bicksler James and Samuelson Paul A.  
INVESTMENT PORTFOLIO DECISION MAKING  
Prentice-Hall Inc., New York, 1981.
- [2] B. Blog, Van Der Hoek, Rinnooy Kan and G. Timmer  
THE OPTIMAL SELECTION OF SMALL PORTFOLIOS  
Management Science, Julio 1983.
- [3] Bolsa Mexicana de Valores S. A. de C. V.  
e Instituto Mexicano del Mercado de Capitales.  
INDICADORES BURSATILES  
Enero 1991 a Enero 1992.
- [4] Bowlin Oswald, Martin John and Scott  
ANALISIS FINANCIERO  
C. E. C. S. A., 1983.
- [5] Cohen Kalman J. and Fitch Bruce P.  
THE AVERAGE INVESTMENT PERFORMANCE INDEX  
Management Science, Febrero 1966.
- [6] Coss Bu Raúl  
ANALISIS Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION  
Trillas, 1985.

- [7] Diario de circulación nacional  
EL FINANCIERO  
1991 - 1992.
- [8] Diaz Mata Alfredo  
INVIERTA EN LA BOLSA  
Grupo Editorial Iberoamérica, México, 1988.
- [9] Fischer and Jordan  
SECURITY ANALYSIS AND PORTFOLIO MANAGEMENT  
Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1979.
- [10] Konno Hiroshi  
PIECEWISE LINEAR RISK FUNCTION AND PORTFOLIO OPTIMIZATION  
Journal of the Operations Research Society of Japan, Junio 1990.
- [11] Konno Hiroshi and Yamazaki Hiroaki  
MEAN-ABSOLUTE DEVIATION PORTFOLIO OPTIMIZATION MODEL AND ITS APPLICATIONS TO TOKIO STOCK MARKET  
Management Science, Mayo 1991.
- [12] Konno Hiroshi and Yamazaki Hiroaki  
A MEAN-ABSOLUTE DEVIATION-SKEWESS PORTFOLIO OPTIMIZATION MODEL  
Tokio Institute of Technology, Julio 1991.

- [13] Levy Haim and Sarnat Marshall  
INVESTMENT AND PORTFOLIO ANALYSIS  
Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1980.
- [14] Mao James C. T. and Särndal Carl Erik  
A DECISION THEORY APPROACH TO PORTFOLIO SELECTION  
Management Science, April 1966.
- [15] Mao James C. T.  
QUANTITATIVE ANALYSIS OF FINANCIAL DECISIONS  
Mc Millan Company, 1972.
- [16] Mariani O. René  
DISEÑO DE UN MODELO PERSONAL DE INVERSIÓN  
Editorial IEESA, México, 1982.
- [17] Markowitz, H.  
PORTFOLIO SELECTION: EFFICIENT DIVERSIFICATION OF INVESTMENTS  
John Wiley and Sons, New York, 1959.
- [18] Marmolejo G. Martín  
INVERSIONES  
Instituto Mexicano de Ejecutivos en Finanzas, A. C. México, 1987.

[19] Márquez Díez-Canedo Javier

CARTERAS DE INVERSION. FUNDAMENTOS TEORICOS Y MODELOS DE SELECCION OPTIMA

Limusa, México, 1981.

[20] Mercado Ramírez Ernesto

METODOLOGIA DE LA TEORIA DE DECISIONES

Apuntes, México, 1984.

[21] Moreno Bonett Alberto y Jauffred Francisco J.

ALGUNOS MODELOS PARA LA SELECCION DE INVERSIONES

Notas del Departamento de Ingeniería de Sistemas, DEPFI, UNAM, 1990.

[22] Ochoa Rosso Felipe

INVESTIGACION DE OPERACIONES EN LA PROGRAMACION DE INVERSIONES

DEPFI, UNAM, 1982.

[23] Raiffa Howard

DECISION ANALYSIS; INTRODUCTORY LECTURES ON MAKING CHOICES UNDER UNCERTAINTY

Prentice-Hall, 1982.

[24] Renwick Fred B.

INTRODUCTION TO INVESTMENTS AND FINANCE

John Wiley and Sons, New York, 1965.

[25] Sharpe W. F.

A SIMPLIFIED MODEL FOR PORTFOLIO ANALYSIS

Management Science, Vol. 9, 1963.

[26] Syslo Maciej M, Narsingh and Kowalik

DISCRETE OPTIMIZATION ALGORITHMS WITH PASCAL PROGRAMS

Prentice-Hall Inc., U. S. A., 1983.

[27] Weston J. F. y Brigham E. F.

FINANZAS EN ADMINISTRACION

Interamericana, México, 1987.

[28] White Douglas John

FUNDAMENTALS OF DECISION THEORY

Prentice-Hall Inc., U. S. A., 1982.

[29] Wolfe P.

THE SIMPLEX METHOD FOR QUADRATIC PROGRAMMING

Econométrica, Julio 1959.

[30] Copeland, Thomas E. and Weston, J. Fred.

FINANCIAL THEORY AND CORPORATE POLICY

Addison Wesley, 3 ed., 1988.

## VIII. APENDICE

### A1. Emisoras que intervienen en el modelo.

	EMISORA	SERIE
1)	BACOMER	BNVO
2)	BANORO	B
3)	BANORTE	B
4)	COMRMEX	B
5)	INTENAL	B
6)	SERFIN	B
7)	SOMEX	B
8)	ALFA	A
9)	APASCO	AF
10)	BIMBO	Z
11)	CEMEX	A
12)	CEMEX	B
13)	CIFRA	A
14)	CIFRA	B
15)	CIFRA	C
16)	CMA	CP
17)	CODUMEX	A1
18)	CONTAL	
19)	CYDSASA	A
20)	DESC	B
21)	ERICSON	B
22)	FEMSA	BF

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



23)	GCARSO	A1
24)	GMEXICO	A2
25)	KIMBER	A
26)	MASECA	A2
27)	PENDLES	A2
28)	SANLUIS	A-2
29)	TAMSA	RES
30)	TELMEX	
31)	TEXEL	
32)	TTOLMEX	B2
33)	VITRO	

A2. Datos que alimentan al modelo

(Rjt)							
EMISORA		ENE-91	FEB-91	MAR-91	ABR-91	MAY-91	JUN-91
BACOMER	BNVO	-5.44	19.78	10.73	-1.76	28.53	9.75
BANORO	B	2.7	12.64	8.3	1.64	15.34	11.48
BANORTE	BNVO	-2.04	10.93	7.69	-2.64	10.03	23.2
COMRME	BNVO	-6.83	8.22	-2.69	3.79	13.27	28.75
INTENAL	B	1.13	18.11	1.62	-1.93	10.54	20.35
SERFIN	B	1.46	-2.99	19.9	1.4	15.43	14.68
SOMEX	B	10.36	22.67	14.79	5.94	27.82	18.02
ALFA	A	-7.05	2.44	11.71	-4.42	7.68	-2.22
APASCO	AF	-5.2	2.25	34.24	12.96	16.6	-4.98
BIMBO	Z	-11.81	0.89	22.19	42.42	-0.35	-7.09
CEMEX	A	6.69	14.39	34.68	21.82	33.22	7.92
CEMEX	B	-8.48	17	37.89	21.26	32.45	3.16
CIFRA	ACP	8.27	1.13	10.86	9.38	23.33	-7
CIFRA	BCP	7.61	-2.66	17.91	16.05	27.83	-11.02
CIFRA	CCP	10.53	-1.02	10.78	12.24	20.54	-9.42
CMA	CP	-11.82	-12.05	6.24	-10.63	9.31	14.41
COOUMEX	A1	0.17	-1.57	21.46	9.16	-4.07	-0.99
CONTAL		0.32	21	42.43	-6.54	75.14	-5.15
CYDSASA	A	-6.02	-3.24	8.93	15.25	18.4	-1.57
DESC	B	-1.18	-3.25	9.4	7.52	30.48	-4.33
ERICSON	B	-18.56	17.91	-0.19	10.43	-2.94	-0.39
FEMSA	BF	-2.44	-1.57	43.99	1.05	-0.89	-0.99
GCARSO	A1NVO	-2.44	-9.64	4.01	47.26	32.71	1.12
GMEXICO	A2N	-14.09	4.26	-0.49	10.8	-1.59	-5.23
KIMBER	A	-3.79	6.74	15.38	3.11	19.93	-6.22
MASECA	A2	2.22	15.35	11.13	12.91	17.26	-12.18
PENOLIS	A2	-4.53	-9.26	17.12	10.33	5.46	-1.75
SANLUIS	A-2	-37.42	-6.22	8.51	4.97	-10.03	8.29
TAMSA	RES	-13.94	-1.31	25.83	2.74	24.68	-9.56
TELMEX	A	-6	4.66	47.13	15.94	13.31	-6.36
TEXEL		19.86	-1.57	-16.21	7.15	14.16	-6.43
TTOLMEX	B2	15.81	-2.21	21.4	29.09	32.01	-13.03
VITRO		-7.76	10.51	10.17	18.81	41.13	-4.33

JUL-91	AUG-91	SEP-91	OCT-91	NOV-91	DIC-91	ENE-92
2.24	-0.37	18.98	12.09	-12.43	-5.83	8.18
0.96	-16.24	19.3	15.3	18.59	-4.63	-10.6
-6.46	-16.34	1.19	29.53	16.97	-0.56	-0.65
-7.9	-5.02	9.92	37.13	-8.79	-2.44	-1.57
-1.69	-17.88	-8.76	28.62	5.59	7.32	-24.84
-12.55	-14.23	7.17	40.06	6.7	-2.44	-19.08
-8.21	-24.94	23.32	29.95	-1.38	-4.49	-5.8
7.24	0.03	-6.1	28.33	-6.18	7.47	10.64
6.5	-0.89	-2.63	4.77	3.23	-4.57	7.55
-0.27	-27.46	3.32	13.37	-10.68	6.43	4.99
9.38	-0.61	-7.04	23.76	4.05	-2.44	28.68
9.64	-0.29	3.98	19.72	2.02	-0.22	28.61
29.5	3.72	-3.84	-0.99	-2.15	-3.83	17.82
44.33	-7.83	3.79	-3.93	-5.65	-1.92	8.27
25.07	10.23	-4.51	0.49	0.15	0.64	13.78
-8.61	-19.47	2.46	23.52	6.39	-9.2	30.08
-22.44	7.96	-4.95	2.63	5.14	2.55	1.84
10.67	-0.41	2.77	-4.24	7.35	-5.89	27.32
-22.7	-4.98	-6.11	-1.4	17.66	-4.45	-6.76
8.8	-8.05	-9.68	1.61	15.04	-8.8	0.71
-13.86	-11.37	-10.08	-8.06	-11.79	1.56	-8.03
8.62	-2.91	-11.05	7.04	-1.1	-10.37	23.41
7.26	21.22	12.9	-1.27	-8.49	2.85	19.8
-9.12	-3.31	-2.74	-13.58	19.22	4.17	-8.19
1.77	-2.81	-8.13	-6.26	1.81	1.35	0.27
9.75	3.75	-14.36	0.87	-3.05	7.09	20.11
-6.62	-27.23	2.23	10.81	9.84	-4.68	-0.13
-22.21	-0.89	-10.08	18.81	-6.23	1.8	-2.39
11.52	-1.91	-10.08	5.5	-9.12	-6.86	-5.53
21.35	16.63	-0.65	15.22	-1.78	4.95	4.66
-2.14	28.26	33.98	8.31	-13.56	11.11	9.83
4.83	4.29	-4.77	9.87	11.78	7.24	25.31
14.55	3.34	-4.66	-11.39	3.31	-1.92	17.85

(Rj)	(Ajt)	EMISORA	ENE-91	FEB-91	MAR-91	ABR-91	MAY-91
6.496153	BACOMER	BNVO	-11.9361	13.28384	4.233846	-8.25615	22.03384
5.752307	BANDRO	B	-3.05230	6.887692	2.547692	-4.11230	9.587692
5.45	BANORTE	BNVO	-7.49	5.48	2.24	-8.09	4.58
5.064615	COMRMEX	BNVO	-11.8946	3.155384	-7.75461	-1.27461	8.205384
2.936923	INTENAL	B	-1.80692	15.17307	-1.31692	-4.86692	7.603076
4.27	SERFIN	B	-2.81	-7.26	15.63	-2.87	11.16
8.311538	SOMEX	B	2.048461	14.35846	6.478461	-2.37153	19.50846
3.813076	ALFA	A	-10.8630	-1.37307	7.896923	-8.23307	3.866923
5.371538	APASCO	AF	-10.5715	-3.12153	28.86846	7.588461	11.22846
2.765384	BIMBO	2	-14.5753	-1.87538	19.42461	39.65461	-3.11538
13.42307	CEMEX	A	-6.73307	0.966923	21.25692	8.396923	19.79692
12.82615	CEMEX	B	-21.3061	4.173846	25.06384	8.433846	19.62384
6.630769	CIFRA	ACP	1.639230	-5.50076	4.229230	2.749230	16.69923
7.136923	CIFRA	BCP	0.473076	-9.79692	10.77307	8.913076	20.69307
6.884615	CIFRA	CCP	3.645384	-7.90461	3.895384	5.355384	13.65538
1.586923	CMA	CP	-13.4069	-13.6369	4.653076	-12.2169	7.723076
1.299230	CODUMEX	A1	-1.12923	-2.86923	20.16076	7.860769	-5.36923
12.67461	CONTAL		-12.3546	8.325384	29.75538	-19.2146	62.46538
0.231538	CYDSASA	A	-6.25153	-3.47153	8.698461	15.01846	18.16846
2.943846	DESC	B	-4.12384	-6.19384	6.456153	4.576153	27.53615
-4.25923	ERICSON	B	-14.3007	22.16923	4.069230	14.68923	1.319230
4.060769	FEMSA	BF	-6.50076	-5.63076	39.92923	-3.01076	-4.95076
9.791538	GCARGO	AINVO	-12.2315	-19.4315	-5.78153	37.46846	22.91846
-1.53	GMEXICO	A2N	-12.56	5.79	1.04	12.33	-0.06
1.780769	KIMBER	A	-5.57076	4.959230	13.59923	1.329230	18.14923
5.45	MASECA	A2	-3.23	9.9	5.68	7.46	11.81
0.122307	PENULES	A2	-4.65230	-9.38230	16.99769	10.20769	5.337692
-4.08384	SANLUIS	A-2	-33.3361	-2.13615	12.59384	9.053846	-5.94615
0.950769	TAMSA	RES	-14.8907	-2.26076	24.87923	1.789230	23.72923
9.927692	TELMEX	A	-15.9276	-5.26769	37.20230	6.012307	3.328307
7.134615	TEXEL		12.72538	-8.70461	-23.3446	0.015384	7.025384
10.89384	TTOLMEX	B2	4.916153	-13.1038	10.50615	18.19615	21.11615
6.893076	VITRO		-14.6530	3.616923	3.276923	11.91692	34.23692

JUN-91	JUL-91	AUG-91	SEP-91	OCT-91	NOV-91	DIC-91	ENE-92
3.253846	-4.25615	-6.86615	12.48384	5.593846	-18.9261	-12.3261	1.683846
5.727692	-4.79230	-21.9923	13.54769	9.547692	12.83769	-10.3823	-16.3523
17.75	-11.91	-21.79	-4.26	24.08	11.52	-6.01	-6.1
23.68538	-12.9646	-10.0846	4.855384	32.06538	-13.8546	-7.50461	-6.63461
17.41307	-4.62692	-20.8169	-11.6969	25.68307	2.653076	4.383076	-27.7769
10.41	-16.82	-18.5	2.9	35.79	2.43	-6.71	-23.35
9.708461	-16.5215	-33.2515	15.00846	21.63846	-9.69153	-12.8015	-14.1115
-6.03307	3.426923	-3.78307	-9.91307	24.51692	-9.99307	3.656923	6.826923
-10.3515	1.128461	-6.26153	-8.00153	-0.60153	-2.14153	-9.94153	2.178461
-9.85538	-3.03538	-30.2253	0.554615	10.60461	-13.4453	3.664615	2.224615
-5.50307	-4.04307	-14.0330	-20.4630	10.33692	-9.37307	-15.8630	15.25692
-9.66615	-3.18615	-13.1161	-8.84615	6.893846	-10.8061	-13.0461	15.78384
-13.6307	22.86923	-2.91076	-10.4707	-7.62076	-8.78076	-10.4607	11.18923
-18.1569	37.19307	-14.9669	-3.34692	-11.0669	-12.7869	-9.05692	1.133076
-16.3046	18.18538	3.345384	-11.3946	-6.39461	-6.73461	-6.24461	6.895384
12.82307	-10.1969	-21.0569	0.873076	21.93307	4.803076	-10.7869	28.49307
-2.28923	-23.7392	6.660769	-6.24923	1.330769	3.840769	1.250769	0.540769
-17.8246	-2.00461	-13.0846	-9.90461	-16.9146	-5.32461	-18.5646	14.64538
-1.80153	-22.9315	-5.21153	-6.34153	-1.63153	17.42846	-4.68153	-6.99153
-7.27384	5.856153	-10.9938	-12.6238	-1.33384	12.09615	-11.7438	-2.23384
3.869230	-9.60076	-7.11076	-5.82076	-3.80076	-7.53076	5.819230	-3.77076
-5.05076	4.559230	-6.97076	-15.1107	2.979230	-5.16076	-14.4307	19.34923
-8.67153	-2.53153	11.42846	3.108461	-11.0615	-18.2815	-6.94153	10.00846
-3.7	-7.59	-1.78	-1.21	-12.05	20.75	5.7	-6.66
-8.00076	-0.01076	-4.59076	-9.91076	-8.04076	0.029230	-0.43076	-1.51076
-17.63	4.3	-1.7	-19.81	-4.58	-8.5	1.64	14.66
-1.87230	-6.74230	-27.3523	2.107692	10.68769	9.717692	-4.80230	-0.25230
12.37384	-18.1261	3.193846	-5.99615	22.89384	-2.14615	5.883846	1.693846
-10.5107	10.56923	-2.46076	-11.0307	4.549230	-10.0707	-7.81076	-6.48076
-16.2876	11.42230	6.702307	-10.5776	5.292307	-11.7076	-4.97769	-5.26769
-13.5646	-9.27461	21.12538	26.84538	1.175384	-20.6946	3.975384	2.695384
-23.9238	-6.06384	-6.60384	-15.6638	-1.02384	0.886153	-3.65384	14.41615
-11.2230	7.656923	-3.55307	-11.5530	-18.2830	-3.58307	-8.81307	10.95692

Recuperación de W(x)

(Xj)	(Ajtxj)	EMISORA	ENE-91	FEB-91	MAR-91	ABR-91	MAY-91	
	0	BACOMER	BNVD	0	0	0	0	0
	0	BANDRO	B	0	0	0	0	0
	0	BANORTE	BNVD	0	0	0	0	0
	0	COMRMEX	BNVD	0	0	0	0	0
	0	INTENAL	B	0	0	0	0	0
	0	SERFIN	B	0	0	0	0	0
	0	SOMEX	B	0	0	0	0	0
	0	ALFA	A	0	0	0	0	0
	0	APASCO	AF	0	0	0	0	0
	0	BIMBO	2	0	0	0	0	0
0.932723		CEMEX	A	-6.28009	0.901871	19.82682	7.832003	18.46504
	0	CEMEX	B	0	0	0	0	0
	0	CIFRA	ACP	0	0	0	0	0
	0	CIFRA	BCP	0	0	0	0	0
	0	CIFRA	CCP	0	0	0	0	0
	0	CMA	CP	0	0	0	0	0
	0	CODUMEX	A1	0	0	0	0	0
	0	CONTAL		0	0	0	0	0
	0	CYDSASA	A	0	0	0	0	0
	0	DESC	B	0	0	0	0	0
	0	EFICSON	B	0	0	0	0	0
	0	FEMSA	BF	0	0	0	0	0
	0	GCARSO	A1NVD	0	0	0	0	0
	0	GMEXICO	A2N	0	0	0	0	0
	0	KIMBER	A	0	0	0	0	0
	0	MASECA	A2	0	0	0	0	0
	0	PENOLAS	A2	0	0	0	0	0
	0	SANLUIS	A-2	0	0	0	0	0
	0	TAMSA	RES	0	0	0	0	0
	0	TELMEX	A	0	0	0	0	0
0.067277		TEXEL		0.856125	-0.58562	-1.57055	0.001035	0.472646
	0	TTOLMEX	B2	0	0	0	0	0
	0	VITRO		0	0	0	0	0

№ 145 Hoja

80  
3

Recuperación de W(x)

ENE-91	FEB-91	MAR-91	ABR-91	MAY-91	JUN-91	JUL-91	AGO-91
5.423970	0.316250	18.25626	7.833038	18.93769	6.045433	4.395039	11.66772

SEP-91	OCT-91	NOV-91	DIC-91	ENE-92
17.28030	9.720562	10.13475	14.52840	14.41182

W(x)  
10.68855



A3. Forma explicita del modelo

MIN Y1 + Y2 + Y3 + Y4 + Y5 + Y6 + Y7 + Y8 + Y9 + Y10 + Y11 + Y12  
 + Y13  
 SUBJECT TO

- 2) Y1 + 11.9361 X1 + 3.0523 X2 + 7.49 X3 + 11.8946 X4 + 1.80692 X5  
 + 2.81 X6 - 2.048461 X7 + 10.863 X8 + 10.5715 X9 + 14.5753 X10  
 + 6.73307 X11 + 21.3061 X12 - 1.63923 X13 - 0.473076 X14  
 - 3.645384 X15 + 13.4069 X16 + 1.12923 X17 + 12.3546 X18 + 6.25153 X19  
 + 4.12384 X20 + 14.3007 X21 + 6.50076 X22 + 12.2315 X23 + 12.56 X24  
 + 5.57076 X25 + 3.23 X26 + 4.6523 X27 + 33.3361 X28 + 14.8907 X29  
 + 15.9276 X30 - 12.72538 X31 - 4.916153 X32 + 14.653 X33 >= 0
- 3) Y2 - 13.28384 X1 - 6.887692 X2 - 5.48 X3 - 3.155384 X4  
 - 15.17307 X5 + 7.26 X6 - 14.35846 X7 + 1.37307 X8 + 3.12153 X9  
 + 1.87538 X10 - 0.966923 X11 - 4.173846 X12 + 5.50076 X13  
 + 9.79692 X14 + 7.90461 X15 + 13.6369 X16 + 2.86923 X17 - 8.325384 X18  
 + 3.47153 X19 + 6.19384 X20 - 22.16923 X21 + 5.63076 X22 + 19.4315 X23  
 - 5.79 X24 - 4.95923 X25 - 9.9 X26 + 9.3823 X27 + 2.13615 X28  
 + 2.26076 X29 + 5.26769 X30 + 8.70461 X31 + 13.1038 X32 - 3.616923 X33  
 >= 0
- 4) Y3 - 4.233846 X1 - 2.547692 X2 - 2.24 X3 + 7.75461 X4  
 + 1.31692 X5 - 15.63 X6 - 6.478461 X7 - 7.896923 X8 - 28.86846 X9  
 - 19.42461 X10 - 21.25692 X11 - 25.06384 X12 - 4.22923 X13  
 - 10.77307 X14 - 3.895384 X15 - 4.653076 X16 - 20.16076 X17  
 - 29.75538 X18 - 6.698461 X19 - 6.456153 X20 - 4.06923 X21  
 - 39.92923 X22 + 5.78153 X23 - 1.04 X24 - 13.59923 X25 - 5.68 X26  
 - 16.99769 X27 - 12.59384 X28 - 24.87923 X29 - 37.2023 X30  
 + 23.3446 X31 - 10.50615 X32 - 3.276923 X33 >= 0
- 5) Y4 + 8.25615 X1 + 4.1123 X2 + 8.09 X3 + 1.27461 X4 + 4.86692 X5  
 + 2.87 X6 + 2.37153 X7 + 8.23307 X8 - 7.588461 X9 - 39.65461 X10  
 - 8.396923 X11 - 8.433846 X12 - 2.74923 X13 - 8.913076 X14  
 - 5.355384 X15 + 12.2169 X16 - 7.860769 X17 + 19.2146 X18  
 - 15.01846 X19 - 4.576153 X20 - 14.68923 X21 + 3.01076 X22  
 - 37.46846 X23 - 12.33 X24 - 1.32923 X25 - 7.46 X26 - 10.20769 X27  
 + 9.053846 X28 - 1.78923 X29 - 6.012307 X30 - 0.015384 X31  
 - 18.19615 X32 - 11.91692 X33 >= 0
- 6) Y5 - 22.03384 X1 - 9.587692 X2 - 4.58 X3 - 8.205384 X4  
 + 7.603076 X5 - 11.76 X6 - 19.50846 X7 - 3.866923 X8 - 11.22846 X9  
 + 3.11538 X10 - 19.79692 X11 - 19.62384 X12 - 16.69923 X13  
 - 20.69307 X14 - 13.65538 X15 - 7.723076 X16 + 5.36923 X17  
 - 62.46538 X18 - 18.18846 X19 - 27.53615 X20 - 1.31923 X21  
 + 4.95076 X22 - 22.91846 X23 + 0.06 X24 - 18.14923 X25 - 11.81 X26  
 - 5.337692 X27 + 5.94615 X28 - 23.72923 X29 - 3.382307 X30  
 - 7.025384 X31 - 21.11615 X32 - 34.23692 X33 >= 0
- 7) Y6 - 3.253846 X1 - 5.727692 X2 - 17.75 X3 - 23.68538 X4  
 - 17.41307 X5 - 10.41 X6 - 9.708461 X7 + 6.03307 X8 + 10.3515 X9  
 + 9.85538 X10 + 5.50307 X11 + 9.66615 X12 + 13.6307 X13 + 18.1569 X14  
 + 16.3046 X15 - 12.82307 X16 + 2.28923 X17 + 17.8246 X18 + 1.80153 X19  
 + 7.27384 X20 - 3.86923 X21 + 5.05076 X22 + 8.67153 X23 + 3.7 X24  
 + 8.00076 X25 + 17.63 X26 + 1.8723 X27 - 12.37384 X28 + 10.5107 X29  
 + 16.2876 X30 + 13.5646 X31 + 23.9238 X32 + 11.223 X33 >= 0
- 8) Y7 + 4.25615 X1 + 4.7923 X2 + 11.91 X3 + 12.9646 X4 + 4.62692 X5  
 + 16.82 X6 + 16.5215 X7 - 3.426923 X8 - 1.128461 X9 + 3.03538 X10  
 + 4.04307 X11 + 3.18615 X12 - 22.86923 X13 - 37.19307 X14  
 - 18.18538 X15 + 10.69 X16 + 23.7392 X17 + 2.00461 X18 + 22.9315 X19  
 - 5.856153 X20 + 9.60076 X21 - 4.55923 X22 + 2.53153 X23 + 7.59 X24  
 + 0.01076 X25 - 4.3 X26 + 6.7423 X27 + 18.1261 X28 - 10.56923 X29  
 - 11.4223 X30 + 9.274609 X31 + 6.06384 X32 - 7.656923 X33 >= 0
- 9) Y8 + 6.86615 X1 + 21.9923 X2 + 21.79 X3 + 10.0846 X4  
 + 20.8169 X5 + 18.5 X6 + 33.2515 X7 + 3.7837 X8 + 6.26153 X9

+ 30.2253 X10 + 14.033 X11 + 13.1161 X12 + 2.91076 X13 + 14.9669 X14  
 - 3.345384 X15 + 21.0569 X16 - 6.660769 X17 + 13.0846 X18  
 + 5.21153 X19 + 10.9938 X20 + 7.11076 X21 + 6.97076 X22 - 11.42846 X23  
 + 1.78 X24 + 4.59076 X25 + 1.7 X26 + 27.3523 X27 - 3.193846 X28  
 + 2.46076 X29 - 6.702307 X30 - 21.12538 X31 + 6.60384 X32  
 + 3.55307 X33 >= 0  
 10) Y9 - 12.48384 X1 - 13.54769 X2 + 4.26 X3 - 4.855384 X4  
 + 11.6969 X5 - 2.9 X6 - 15.00846 X7 + 9.91307 X8 + 8.00153 X9  
 - 0.554615 X10 + 20.463 X11 + 8.84615 X12 + 10.4707 X13 + 3.34692 X14  
 + 11.3946 X15 - 0.873076 X16 + 6.24923 X17 + 9.90461 X18 + 6.34153 X19  
 + 12.6238 X20 + 5.82076 X21 + 15.1107 X22 - 3.108461 X23 + 1.21 X24  
 + 9.91076 X25 + 19.81 X26 - 2.107692 X27 + 5.99615 X28 + 11.0307 X29  
 + 10.5776 X30 - 26.84538 X31 + 15.6638 X32 + 11.533 X33 >= 0  
 11) Y10 - 5.593846 X1 - 9.547692 X2 - 24.08 X3 - 32.06538 X4  
 - 25.68307 X5 - 35.79 X6 - 21.63846 X7 - 24.51692 X8 + 0.60153 X9  
 - 10.60461 X10 - 10.33692 X11 - 6.893846 X12 + 7.62076 X13  
 + 11.0669 X14 + 6.39461 X15 - 21.93307 X16 - 1.330769 X17  
 + 16.9146 X18 + 1.63153 X19 + 1.33384 X20 + 3.80076 X21 - 2.97923 X22  
 + 11.0615 X23 + 12.05 X24 + 8.04076 X25 + 4.58 X26 - 10.68769 X27  
 - 22.89384 X28 - 4.54923 X29 - 5.292307 X30 - 1.175318 X31  
 + 1.02384 X32 + 16.263 X33 >= 0  
 12) Y11 + 18.9261 X1 - 12.83769 X2 - 11.52 X3 + 13.8546 X4  
 - 2.653076 X5 - 2.43 X6 + 9.69153 X7 + 9.99307 X8 + 2.14153 X9  
 + 13.4453 X10 + 9.307 X11 + 10.8061 X12 + 8.78076 X13 + 12.7869 X14  
 + 6.73461 X15 - 4.803076 X16 - 3.840769 X17 + 5.32461 X18  
 - 17.42846 X19 - 12.09615 X20 + 7.53076 X21 + 5.16076 X22  
 + 18.2815 X23 - 20.75 X24 - 0.02923 X25 + 8.5 X26 - 9.717692 X27  
 + 2.14615 X28 + 10.0707 X29 + 11.7076 X30 + 20.6946 X31 - 0.886153 X32  
 + 3.58307 X33 >= 0  
 13) Y12 + 12.3261 X1 + 10.3823 X2 + 6.01 X3 + 7.50461 X4  
 - 4.383076 X5 + 7.71 X6 + 12.8015 X7 - 3.656923 X8 + 9.94153 X9  
 - 3.664615 X10 + 15.863 X11 + 13.0461 X12 + 10.4607 X13 + 9.05692 X14  
 + 6.24461 X15 + 10.7869 X16 - 1.250769 X17 + 18.5646 X18  
 + 14.68153 X19 + 11.7438 X20 - 5.81923 X21 + 14.4307 X22 + 6.94153 X23  
 - 5.7 X24 + 0.43076 X25 - 1.64 X26 + 4.8023 X27 - 5.883846 X28  
 + 7.81076 X29 + 4.97769 X30 - 3.975384 X31 + 3.65384 X32 + 8.81307 X33  
 >= 0  
 14) Y13 - 1.683846 X1 + 16.3523 X2 + 6.1 X3 + 6.63461 X4  
 + 27.7769 X5 + 23.35 X6 + 14.1115 X7 - 6.826924 X8 - 2.178461 X9  
 - 2.224615 X10 - 15.25692 X11 - 15.78384 X12 - 11.18923 X13  
 - 1.133076 X14 - 6.895384 X15 - 28.49307 X16 - 0.540769 X17  
 - 14.64538 X18 + 6.99153 X19 + 2.23384 X20 + 3.77076 X21  
 - 19.34923 X22 - 10.00846 X23 + 6.66 X24 + 1.51076 X25 - 14.66 X26  
 + 0.2523 X27 - 1.693846 X28 + 6.48076 X29 + 5.26769 X30 - 2.695384 X31  
 - 14.41615 X32 - 10.95692 X33 >= 0  
 15) 6.496153 X1 + 5.752307 X2 + 5.45 X3 + 5.064615 X4 + 2.936923 X5  
 + 4.27 X6 + 8.311538 X7 + 3.813076 X8 + 5.371538 X9 + 2.765384 X10  
 + 13.42307 X11 + 12.82615 X12 + 6.630769 X13 + 7.136923 X14  
 + 6.884615 X15 + 1.586923 X16 + 1.29923 X17 + 12.67461 X18  
 + 0.231538 X19 + 2.943846 X20 - 4.25923 X21 + 4.060769 X22  
 + 9.791538 X23 - 1.53 X24 + 1.780769 X25 + 5.45 X26 + 0.122307 X27  
 + 4.08384 X28 + 0.950769 X29 + 9.927692 X30 + 7.134615 X31  
 + 10.89384 X32 + 6.893076 X33 >= 5  
 16) X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12  
 + X13 + X14 + X15 + X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X22 + X23  
 + X24 + X25 + X26 + X27 + X28 + X29 + X30 + X31 + X32 + X33 = 1

A4. Corridas

6)	.000000	-1.000000
7)	5.481667	.000000
8)	.091922	.000000
9)	.073396	.000000
10)	.000000	-.676574
11)	.000000	-.563742
12)	.000000	-.095486
13)	.000000	-.212542
14)	.000000	-.075092
15)	2.334266	.000000
16)	.000000	-8.413116

Corrida para  
 $\rho = 1\%$

NO. ITERATIONS= 37

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
Y1	1.000000	INFINITY	1.000000
Y2	1.000000	INFINITY	.939655
Y3	1.000000	INFINITY	.314654
Y4	1.000000	.322053	.009568
Y5	1.000000	.009660	.243601
Y6	1.000000	INFINITY	1.000000
Y7	1.000000	INFINITY	1.000000
Y8	1.000000	INFINITY	1.000000
Y9	1.000000	INFINITY	.323426
Y10	1.000000	INFINITY	.436258
Y11	1.000000	INFINITY	.904514
Y12	1.000000	INFINITY	.787458
Y13	1.000000	INFINITY	.924908
X1	.000000	INFINITY	16.367010
X2	.000000	INFINITY	11.563610
X3	.000000	1.748050	.072533
X4	.000000	INFINITY	11.338930
X5	.000000	.383292	2.099694
X6	.000000	INFINITY	29.129040
X7	.000000	INFINITY	31.677160
X8	.000000	.053084	.901488
X9	.000000	INFINITY	22.093690
X10	.000000	INFINITY	47.341120
X11	.000000	INFINITY	23.275490
X12	.000000	INFINITY	32.355690
X13	.000000	.019983	.941154
X14	.000000	INFINITY	16.420950
X15	.000000	INFINITY	.023630
X16	.000000	INFINITY	2.719967
X17	.000000	INFINITY	4.917708
X18	.000000	INFINITY	36.141700
X19	.000000	INFINITY	23.334220
X20	.000000	INFINITY	16.948460
X21	.000000	INFINITY	5.675749
X22	.000000	2.751105	.174918
X23	.000000	INFINITY	40.236710
X24	.000000	.094072	2.432348
X25	.000000	INFINITY	9.244304
X26	.000000	.883095	.069465
X27	.000000	INFINITY	25.554760
X28	.000000	INFINITY	13.219020

X29	.000000	INFINITY	26.012930
X30	.000000	INFINITY	19.415600
X31	.000000	2.799681	.169469
X32	.000000	INFINITY	26.524450
X33	.000000	INFINITY	20.702500

Corrida para  
 $\rho = 1\%$

ROW	RIGHTHAND SIDE RANGES		
	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	2.766107	INFINITY
3	.000000	.051972	1.118343
4	.000000	.193705	.555938
5	.000000	INFINITY	2.979951
6	.000000	INFINITY	5.433165
7	.000000	5.481667	INFINITY
8	.000000	.091922	INFINITY
9	.000000	.073396	INFINITY
10	.000000	.063537	.177296
11	.000000	.204740	1.481272
12	.000000	.203471	.445261
13	.000000	.883226	.090777
14	.000000	.141917	.419740
15	1.000000	2.334266	INFINITY
14	1.000000	INFINITY	.700084

## OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 8.4131160

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	.000000	1.000000
Y2	.000000	.939655
Y3	.000000	.314654
Y4	2.979951	.000000
Y5	5.433165	.000000
Y6	.000000	1.000000
Y7	.000000	1.000000
Y8	.000000	1.000000
Y9	.000000	.323426
Y10	.000000	.436258
Y11	.000000	.904514
Y12	.000000	.787458
Y13	.000000	.924908
X1	.000000	16.367010
X2	.000000	11.563610
X3	.028760	.000000
X4	.000000	11.338930
X5	.090827	.000000
X6	.000000	29.129040
X7	.000000	31.677160
X8	.074861	.000000
X9	.000000	22.093690
X10	.000000	47.341120
X11	.000000	23.275490
X12	.000000	32.355690
X13	.192532	.000000
X14	.000000	16.420950
X15	.000000	.023630
X16	.000000	2.719967
X17	.000000	4.917708
X18	.000000	36.141700
X19	.000000	23.334220
X20	.000000	16.948460
X21	.000000	5.875749
X22	.079548	.000000
X23	.000000	40.236710
X24	.320080	.000000
X25	.000000	9.244304
X26	.004207	.000000
X27	.000000	25.554760
X28	.000000	13.219020
X29	.000000	26.012930
X30	.000000	19.415600
X31	.209184	.000000
X32	.000000	26.524450
X33	.000000	20.702500

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	2.766107	.000000
3)	.000000	-.060345
4)	.000000	-.685346
5)	.000000	-1.000000

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 34

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) B.7228870

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	.000000	1.000000
Y2	.000000	1.000000
Y3	.000000	.487531
Y4	2.921165	.000000
Y5	5.801722	.000000
Y6	.000000	1.000000
Y7	.000000	1.000000
Y8	.000000	.846012
Y9	.000000	.487870
Y10	.000000	.247908
Y11	.000000	.918699
Y12	.000000	1.000000
Y13	.000000	.830934
X1	.000000	13.114370
X2	.000000	5.385394
X3	.101032	.000000
X4	.000000	16.012350
X5	.075367	.000000
X6	.000000	29.121200
X7	.000000	23.256350
X8	.000000	4.258872
X9	.000000	18.249690
X10	.000000	41.846000
X11	.000000	18.263600
X12	.000000	24.120350
X13	.086457	.000000
X14	.300000	10.198870
X15	.165660	.000000
X16	.000000	10.395370
X17	.000000	5.926133
X18	.000000	23.673190
X19	.000000	27.501610
X20	.000000	19.157850
X21	.000000	9.125383
X22	-.091115	.000000
X23	.000000	38.372680
X24	.263382	.000000
X25	.000000	7.774912
X26	.000531	.000000
X27	.000000	24.913610
X28	.000000	23.360000
X29	.000000	27.955210
X30	.000000	11.791910
X31	.216457	.000000
X32	.000000	22.047710
X33	.000000	17.686600

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	1.294915	.000000

3)	.954827	.000000
4)	.000000	-.512469
5)	.000000	-1.000000
6)	.000000	-1.000000
7)	5.153996	.000000
8)	.151154	.000000
9)	.000000	-.153984
10)	.000000	-.512130
11)	.000000	-.752092
12)	.000000	-.081301
13)	1.167950	.000000
14)	.000000	-.169066
15)	.000000	-.961189
16)	.000000	-4.878132

Corrida para  
 $\rho = 4\%$

NO. ITERATIONS= 34

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
Y1	1.000000	INFINITY	1.000000
Y2	1.000000	INFINITY	1.000000
Y3	1.000000	INFINITY	.487531
Y4	1.000000	.379134	.557921
Y5	1.000000	.407042	.274907
Y6	1.000000	INFINITY	1.000000
Y7	1.000000	INFINITY	1.000000
Y8	1.000000	INFINITY	.846016
Y9	1.000000	INFINITY	.487870
Y10	1.000000	INFINITY	.247908
Y11	1.000000	INFINITY	.918699
Y12	1.000000	INFINITY	1.000000
Y13	1.000000	INFINITY	.830934
X1	.000000	INFINITY	13.114370
X2	.000000	INFINITY	5.385394
X3	.000000	2.261231	8.931816
X4	.000000	INFINITY	16.012350
X5	.000000	9.803294	2.847914
X6	.000000	INFINITY	29.121200
X7	.000000	INFINITY	23.256350
X8	.000000	INFINITY	4.258876
X9	.000000	INFINITY	18.249690
X10	.000000	INFINITY	41.846000
X11	.000000	INFINITY	18.263600
X12	.000000	INFINITY	24.120350
X13	.000000	2.380320	1.227587
X14	.000000	INFINITY	10.198870
X15	.000000	1.309655	3.194284
X16	.000000	INFINITY	10.395370
X17	.000000	INFINITY	5.926133
X18	.000000	INFINITY	23.673190
X19	.000000	INFINITY	27.501610
X20	.000000	INFINITY	19.157850
X21	.000000	INFINITY	9.125383
X22	.000000	9.005264	9.021591
X23	.000000	INFINITY	38.372680
X24	.000000	6.447739	23.454100
X25	.000000	INFINITY	7.774912

X26	.000000	2.500981	2.413622
X27	.000000	INFINITY	24.913610
X28	.000000	INFINITY	23.360000
X29	.000000	INFINITY	27.955210
X30	.000000	INFINITY	11.791910
X31	.000000	8.672489	7.377034
X32	.000000	INFINITY	22.047710
X33	.000000	INFINITY	17.686600

Corrida para  
 $\rho = 4\%$

ROW	RIGHTHAND SIDE RANGES		
	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	1.294915	INFINITY
3	.000000	.954827	INFINITY
4	.000000	1.242330	.012040
5	.000000	INFINITY	2.921165
6	.000000	INFINITY	5.801722
7	.000000	5.153996	INFINITY
8	.000000	.151156	INFINITY
9	.000000	.018934	.689305
10	.000000	1.329112	.010848
11	.000000	.010772	1.014233
12	.000000	.291656	.095812
13	.000000	1.167950	INFINITY
14	.000000	.009758	1.552647
15	4.000000	.002652	.209006
16	1.000000	.055132	.000662



P OPTIMUM FOUND AT STEP 34

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 10.713240

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	.000000	1.000000
Y2	.000000	1.000000
Y3	.000000	.677542
Y4	2.445198	.000000
Y5	6.575754	.000000
Y6	.000000	1.000000
Y7	.000000	.793049
Y8	.000000	.890887
Y9	.000000	.496362
Y10	1.692291	.000000
Y11	.000000	1.000000
Y12	.000000	1.000000
Y13	.000000	.584144
X1	.000000	11.875140
X2	.006868	.000000
X3	.223122	.000000
X4	.000000	21.533880
X5	.000000	1.444658
X6	.000000	26.368220
X7	.000000	17.034380
X8	.000000	12.908070
X9	.000000	12.366760
X10	.000000	45.208950
X11	.000000	8.604895
X12	.000000	13.999200
X13	.000000	2.451674
X14	.000000	11.142020
X15	.296851	.000000
X16	.000000	24.003190
X17	.000000	1.173594
X18	.000000	6.493231
X19	.000000	23.405410
X20	.000000	19.690880
X21	.000000	17.241530
X22	.024609	.000000
X23	.000000	31.970470
X24	.200204	.000000
X25	.000000	6.530495
X26	.000000	1.577600
X27	.000000	29.007650
X28	.000000	34.917390
X29	.000000	30.533870
X30	.048442	.000000
X31	.199903	.000000
X32	.000000	13.282540
X33	.000000	13.723150

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	1.512287	.000000

ob

3)	2.051123	.000000
4)	.000000	-.322458
5)	.000000	-1.000000
6)	.000000	-1.000000
7)	5.205945	.000000
8)	.000000	-.206951
9)	.000000	-.109112
10)	.000000	-.503638
11)	.000000	-1.000000
12)	.017465	.000000
13)	1.926394	.000000
14)	.000000	-.415856
15)	.000000	-2.343318
16)	.000000	1.003349

NO. ITERATIONS= 34

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
Y1	1.000000	INFINITY	1.000000
Y2	1.000000	INFINITY	1.000000
Y3	1.000000	INFINITY	.677542
Y4	1.000000	.106272	.179732
Y5	1.000000	.434767	.106476
Y6	1.000000	INFINITY	1.000000
Y7	1.000000	INFINITY	.793049
Y8	1.000000	INFINITY	.890887
Y9	1.000000	INFINITY	.496362
Y10	1.000000	.107871	.083048
Y11	1.000000	INFINITY	1.000000
Y12	1.000000	INFINITY	1.000000
Y13	1.000000	INFINITY	.584144
X1	.000000	INFINITY	11.875140
X2	.000000	6.371011	1.333322
X3	.000000	1.421041	4.839728
X4	.000000	INFINITY	21.533680
X5	.000000	INFINITY	1.444656
X6	.000000	INFINITY	26.368220
X7	.000000	INFINITY	17.034380
X8	.000000	INFINITY	12.908070
X9	.000000	INFINITY	12.366760
X10	.000000	INFINITY	45.208950
X11	.000000	INFINITY	8.604895
X12	.000000	INFINITY	13.599200
X13	.000000	INFINITY	2.451674
X14	.000000	INFINITY	11.142020
X15	.000000	2.007553	1.278912
X16	.000000	INFINITY	24.003190
X17	.000000	INFINITY	1.173594
X18	.000000	INFINITY	6.493231
X19	.000000	INFINITY	23.405410
X20	.000000	INFINITY	19.690880
X21	.000000	INFINITY	17.241530
X22	.000000	4.712293	1.814383
X23	.000000	INFINITY	31.970470
X24	.000000	1.504879	6.861545
X25	.000000	INFINITY	6.530495

X26	.000000	INFINITY	1.577600
X27	.000000	INFINITY	29.007650
X28	.000000	INFINITY	34.917390
X29	.000000	INFINITY	30.533870
X30	.000000	2.007944	8.137568
X31	.000000	3.272719	3.008258
X32	.000000	INFINITY	13.282540
X33	.000000	INFINITY	13.723150

Corrida para  
 $\rho = 5\%$

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	1.512287	INFINITY
3	.000000	2.051123	INFINITY
4	.000000	.233348	14.899890
5	.000000	INFINITY	2.445198
6	.000000	INFINITY	6.575754
7	.000000	5.205945	INFINITY
8	.000000	.211425	.348284
9	.000000	.042887	.290583
10	.000000	.072693	3.393363
11	.000000	INFINITY	1.692291
12	.000000	.017465	INFINITY
13	.000000	1.926394	INFINITY
14	.000000	.030160	1.357797
15	5.000000	.220464	.006974
16	1.000000	.001397	.042231

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 36

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 13.104400

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	.000000	1.000000
Y2	.000000	1.000000
Y3	.000000	.632749
Y4	.872028	.000000
Y5	7.374139	.000000
Y6	.000000	1.000000
Y7	.000000	.732200
Y8	.000000	.955164
Y9	.000000	.384535
Y10	4.858231	.000000
Y11	.000000	1.000000
Y12	.000000	1.000000
Y13	.000000	.532956
X1	.000000	13.627180
X2	.000000	1.893357
X3	.280737	.000000
X4	.000000	21.303840
X5	.010057	.000000
X6	.000000	26.504710
X7	.000000	19.111500
X8	.000000	13.146170
X9	.000000	13.368730
X10	.000000	48.319530
X11	.000000	7.844655
X12	.000000	14.794140
X13	.000000	3.504679
X14	.000000	14.361080
X15	.319244	.000000
X16	.000000	26.906380
X17	.028381	.000000
X18	.000000	7.408143
X19	.000000	22.251720
X20	.000000	19.803980
X21	.000000	17.528780
X22	.000000	1.979294
X23	.000000	31.219610
X24	.066527	.000000
X25	.000000	6.662814
X26	.000000	.750483
X27	.000000	31.935720
X28	.000000	34.646270
X29	.000000	31.389610
X30	.072462	.000000
X31	.222592	.000000
X32	.000000	12.210980
X33	.000000	13.689710

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.146338	.000000

62

3)	2.847987	.000000
4)	.000000	-.367251
5)	.000000	-1.000000
6)	.000000	-1.000000
7)	4.557659	.000000
8)	.000000	-.267800
9)	.000000	-.044836
10)	.000000	-.615465
11)	.000000	-1.000000
12)	2.854574	.000000
13)	2.697805	.000000
14)	.000000	-.467044
15)	.000000	-2.452868
16)	.000000	1.612809

NO. ITERATIONS= 36

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
Y1	1.000000	INFINITY	1.000000
Y2	1.000000	INFINITY	1.000000
Y3	1.000000	INFINITY	.632749
Y4	1.000000	.115383	.127511
Y5	1.000000	.915356	.128171
Y6	1.000000	INFINITY	1.000000
Y7	1.000000	INFINITY	.732200
Y8	1.000000	INFINITY	.955164
Y9	1.000000	INFINITY	.384533
Y10	1.000000	.146401	.092943
Y11	1.000000	INFINITY	1.000000
Y12	1.000000	INFINITY	1.000000
Y13	1.000000	INFINITY	.532956
X1	.000000	INFINITY	13.627180
X2	.000000	INFINITY	1.893357
X3	.000000	1.515980	1.000162
X4	.000000	INFINITY	21.303840
X5	.000000	2.103463	1.537126
X6	.000000	INFINITY	28.504710
X7	.000000	INFINITY	19.111500
X8	.000000	INFINITY	13.146170
X9	.000000	INFINITY	13.368730
X10	.000000	INFINITY	48.319330
X11	.000000	INFINITY	7.844655
X12	.000000	INFINITY	14.794140
X13	.000000	INFINITY	3.504679
X14	.000000	INFINITY	14.361080
X15	.000000	.565253	1.955076
X16	.000000	INFINITY	26.906380
X17	.000000	1.019025	1.625467
X18	.000000	INFINITY	7.408143
X19	.000000	INFINITY	22.251720
X20	.000000	INFINITY	19.903980
X21	.000000	INFINITY	17.528780
X22	.000000	INFINITY	1.979294
X23	.000000	INFINITY	31.219610
X24	.000000	1.612507	1.401981
X25	.000000	INFINITY	6.662814

hh

X26	.000000	INFINITY	.750483
X27	.000000	INFINITY	31.935720
X28	.000000	INFINITY	34.646270
X29	.000000	INFINITY	31.389610
X30	.000000	2.274126	1.460215
X31	.000000	4.088990	3.400898
X32	.000000	INFINITY	12.210980
X33	.000000	INFINITY	13.689710

Corrida para  
 $\rho = 6\%$

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	.146338	INFINITY
3	.000000	2.847987	INFINITY
4	.000000	.144738	.471156
5	.000000	INFINITY	.872028
6	.000000	INFINITY	7.374139
7	.000000	4.557659	INFINITY
8	.000000	.217255	.750761
9	.000000	.471820	.175350
10	.000000	.106209	.266496
11	.000000	INFINITY	4.858231
12	.000000	2.854574	INFINITY
13	.000000	2.697805	INFINITY
14	.000000	1.907366	.266842
15	6.000000	.064188	.227288
16	1.000000	.039373	.010585

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 38

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 16.325740

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	.000000	.299982
Y2	.000000	1.000000
Y3	.616918	.000000
Y4	.000000	.200821
Y5	B.326950	.000000
Y6	.000000	1.000000
Y7	.000000	.816778
Y8	.000000	1.000000
Y9	.000000	.137650
Y10	7.381872	.000000
Y11	.000000	1.000000
Y12	.000000	1.000000
Y13	.000000	.372823
X1	.000000	13.839410
X2	.000000	5.969690
X3	.285429	.000000
X4	.000000	13.006360
X5	.035429	.000000
X6	.000000	38.772620
X7	.000000	26.136140
X8	.000000	16.145910
X9	.000000	23.667700
X10	.000000	52.014480
X11	.04406E	.000000
X12	.000000	3.148993
X13	.000000	4.128565
X14	.000000	15.564730
X15	.268141	.000000
X16	.000000	39.302260
X17	.000000	20.956790
X18	.000000	10.299840
X19	.000000	32.243730
X20	.000000	23.725060
X21	.000000	27.357160
X22	.000000	27.539860
X23	.000000	7.350054
X24	.000000	4.563740
X25	.000000	17.999080
X26	.005673	.000000
X27	.000000	52.265660
X28	.000000	38.424930
X29	.000000	42.797970
X30	.106011	.000000
X31	.254250	.000000
X32	.000000	9.556509
X33	.000000	.971031

ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES  
 2) .000000 - .700018

3)	2.685169	.000000
4)	.000000	-1.000000
5)	.000000	-.799179
6)	.000000	-1.000000
7)	4.188888	.000000
8)	.000000	-.183222
9)	.628166	.000000
10)	.000000	-.862350
11)	.000000	-1.000000
12)	5.373267	.000000
13)	3.447284	.000000
14)	.000000	-.627177
15)	.000000	-4.397295
16)	.000000	14.455320

NO. ITERATIONS= 36

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
Y1	1.000000	INFINITY	.299982
Y2	1.000000	INFINITY	1.000000
Y3	1.000000	.039338	.485471
Y4	1.000000	INFINITY	.200821
Y5	1.000000	.323741	.029359
Y6	-1.000000	INFINITY	1.000000
Y7	1.000000	INFINITY	.816778
Y8	1.000000	INFINITY	1.000000
Y9	1.000000	INFINITY	.137650
Y10	1.000000	.130892	.303911
Y11	1.000000	INFINITY	1.000000
Y12	1.000000	INFINITY	1.000000
Y13	1.000000	INFINITY	.372823
X1	.000000	INFINITY	13.839410
X2	.000000	INFINITY	5.969690
X3	.000000	1.938739	2.406336
X4	.000000	INFINITY	13.006360
X5	.000000	7.525315	5.288118
X6	.000000	INFINITY	38.772620
X7	.000000	INFINITY	26.136140
X8	.000000	INFINITY	16.145910
X9	.000000	INFINITY	23.667700
X10	.000000	INFINITY	52.014480
X11	.000000	6.793770	2.774365
X12	.000000	INFINITY	3.148793
X13	.000000	INFINITY	4.128565
X14	.000000	INFINITY	15.564730
X15	.000000	2.406301	1.424081
X16	.000000	INFINITY	39.302260
X17	.000000	INFINITY	20.956790
X18	.000000	INFINITY	10.259840
X19	.000000	INFINITY	32.243730
X20	.000000	INFINITY	23.725060
X21	.000000	INFINITY	27.357160
X22	.000000	INFINITY	27.539860
X23	.000000	INFINITY	7.350054
X24	.000000	INFINITY	4.563740
X25	.000000	INFINITY	17.999080



X26	.000000	.756847	2.589974
X27	.000000	INFINITY	52.265660
X28	.000000	INFINITY	38.424930
X29	.000000	INFINITY	42.797970
X30	.000000	.994019	5.175878
X31	.000000	4.347463	5.688269
X32	.000000	INFINITY	9.556509
X33	.000000	INFINITY	.971031

Corrida para  
 $\rho = 7\%$

ROW	RIGHTHAND SIDE RANGES		
	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	1.386952	.221118
3	.000000	2.685169	INFINITY
4	.000000	INFINITY	.616918
5	.000000	.073162	.299242
6	.000000	INFINITY	8.326950
7	.000000	4.188888	INFINITY
8	.000000	1.550434	.246134
9	.000000	.628166	INFINITY
10	.000000	1.763386	.541601
11	.000000	INFINITY	7.381872
12	.000000	5.373267	INFINITY
13	.000000	3.447284	INFINITY
14	.000000	.359917	1.076280
15	7.000000	.033206	.363129
16	1.000000	.054714	.004721

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 45

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 21.437450

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	.000000	.395933
Y2	.000000	1.000000
Y3	1.973244	.000000
Y4	1.440428	.000000
Y5	9.618012	.000000
Y6	.000000	1.000000
Y7	.000000	1.000000
Y8	.000000	.877904
Y9	.000000	.260295
Y10	8.405763	.000000
Y11	.000000	1.000000
Y12	.000000	1.000000
Y13	.000000	.286528
X1	.000000	12.408000
X2	.000000	1.695841
X3	.126355	.000000
X4	.000000	15.573750
X5	.116855	.000000
X6	.000000	39.279400
X7	.000000	20.400790
X8	.000000	18.927850
X9	.000000	27.856930
X10	.000000	61.967960
X11	.198524	.000000
X12	.000000	3.622564
X13	.000000	2.642189
X14	.000000	9.172775
X15	.113660	.000000
X16	.000000	44.448180
X17	.000000	33.430380
X18	.000000	4.306009
X19	.000000	45.290350
X20	.000000	27.434590
X21	.000000	42.352560
X22	.000000	31.929240
X23	.000000	16.198140
X24	.000000	16.135580
X25	.000000	23.740810
X26	.000000	5.895514
X27	.000000	58.158570
X28	.000000	57.283760
X29	.000000	48.240750
X30	.124870	.000000
X31	.319736	.000000
X32	.000000	13.108280
X33	.000000	5.491735

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	-.604067

3)	1.681972	.000000
4)	.000000	-1.000000
5)	.000000	-1.000000
6)	.000000	-1.000000
7)	5.039011	.000000
8)	2.320373	.000000
9)	.000000	-.122096
10)	.000000	-.739705
11)	.000000	-1.000000
12)	8.926231	.000000
13)	3.456645	.000000
14)	.000000	-.713472
15)	.000000	-5.221848
16)	.000000	20.337330

NO. ITERATIONS= 45

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
Y1	1.000000	INFINITY	.395933
Y2	1.000000	INFINITY	1.000000
Y3	1.000000	.238422	.101419
Y4	1.000000	.197887	.215078
Y5	1.000000	.845295	.084445
Y6	1.000000	INFINITY	1.000000
Y7	1.000000	INFINITY	1.000000
Y8	1.000000	INFINITY	.877904
Y9	1.000000	INFINITY	.260295
Y10	1.000000	.057415	.149812
Y11	1.000000	INFINITY	1.000000
Y12	1.000000	INFINITY	1.000000
Y13	1.000000	INFINITY	.286528
X1	.000000	INFINITY	12.408000
X2	.000000	INFINITY	1.695841
X3	.000000	2.086732	5.673599
X4	.000000	INFINITY	15.573750
X5	.000000	4.180622	4.619443
X6	.000000	INFINITY	39.279400
X7	.000000	INFINITY	20.400790
X8	.000000	INFINITY	18.967850
X9	.000000	INFINITY	27.856930
X10	.000000	INFINITY	61.967960
X11	.000000	6.001203	7.023923
X12	.000000	INFINITY	3.622564
X13	.000000	INFINITY	2.642189
X14	.000000	INFINITY	9.172775
X15	.000000	2.594191	1.771582
X16	.000000	INFINITY	44.448180
X17	.000000	INFINITY	33.430380
X18	.000000	INFINITY	4.306009
X19	.000000	INFINITY	45.290350
X20	.000000	INFINITY	27.434590
X21	.000000	INFINITY	42.352560
X22	.000000	INFINITY	31.929240
X23	.000000	INFINITY	16.192140
X24	.000000	INFINITY	16.135580
X25	.000000	INFINITY	23.740910

001

X26	.000000	INFINITY	5.895514
X27	.000000	INFINITY	58.158570
X28	.000000	INFINITY	57.283760
X29	.000000	INFINITY	48.240750
X30	.000000	5.487366	14.493130
X31	.000000	2.957767	12.492730
X32	.000000	INFINITY	13.108280
X33	.000000	INFINITY	5.491735

Corrida para  
 $\rho = 8\%$

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	3.036108	1.377765
3	.000000	1.681972	INFINITY
4	.000000	INFINITY	1.973244
5	.000000	INFINITY	1.440428
6	.000000	INFINITY	9.618012
7	.000000	5.039011	INFINITY
8	.000000	2.320373	INFINITY
9	.000000	3.562683	2.347605
10	.000000	2.188426	3.150668
11	.000000	INFINITY	8.405763
12	.000000	8.926231	INFINITY
13	.000000	3.456645	INFINITY
14	.000000	3.020572	2.780593
15	8.000000	.641789	.750189
16	1.000000	.103477	.074266

OPTIMUM FOUND AT STEP 45

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 27.030390

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	.000000	.541642
Y2	.000000	1.000000
Y3	3.292774	.000000
Y4	2.821868	.000000
Y5	11.148460	.000000
Y6	.000000	1.000000
Y7	.000000	1.000000
Y8	.000000	.852330
Y9	.000000	.317215
Y10	8.625776	.000000
Y11	.000000	1.000000
Y12	.000000	1.000000
Y13	1.141514	.000000
X1	.000000	16.648560
X2	.025956	.000000
X3	.000000	3.302673
X4	.000000	19.649800
X5	.145556	.000000
X6	.000000	38.178120
X7	.000000	14.884040
X8	.000000	29.410020
X9	.000000	34.693370
X10	.000000	71.711180
X11	.345636	.000000
X12	.000000	6.040226
X13	.000000	8.859844
X14	.000000	11.302900
X15	.000000	4.575474
X16	.000000	63.306100
X17	.000000	43.980910
X18	.000000	5.352505
X19	.000000	55.527690
X20	.000000	35.385890
X21	.000000	60.483310
X22	.000000	45.194020
X23	.000000	19.556640
X24	.000000	29.487670
X25	.000000	33.641280
X26	.000000	15.924670
X27	.000000	69.189620
X28	.000000	79.797910
X29	.000000	59.279420
X30	.121280	.000000
X31	.361571	.000000
X32	.000000	14.396190
X33	.000000	13.717580

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
1)	.000000	-.458358

200

3)	1.064686	.000000
4)	.000000	-1.000000
5)	.000000	-1.000000
6)	.000000	-1.000000
7)	6.098743	.000000
8)	4.163433	.000000
9)	.000000	-.147670
10)	.000000	-.682785
11)	.000000	-1.000000
12)	11.399910	.000000
13)	4.280647	.000000
14)	.000000	-1.000000
15)	.000000	-6.530299
16)	.000000	31.742310

Corrida para  
 $\rho = 9\%$

D. ITERATIONS= 45

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
.Y1	1.000000	INFINITY	.541642
Y2	1.000000	INFINITY	1.000000
Y3	1.000000	.254458	.231702
Y4	1.000000	.205026	.601794
Y5	1.000000	.893428	.112062
Y6	1.000000	INFINITY	1.000000
Y7	1.000000	INFINITY	1.000000
Y8	1.000000	INFINITY	.852330
Y9	1.000000	INFINITY	.317215
Y10	1.000000	.187772	.432122
Y11	1.000000	INFINITY	1.000000
Y12	1.000000	INFINITY	1.000000
Y13	1.000000	.673423	.226634
X1	.000000	INFINITY	16.648560
X2	.000000	6.416979	6.175400
X3	.000000	INFINITY	3.302673
X4	.000000	INFINITY	19.649800
X5	.000000	5.969739	10.956170
X6	.000000	INFINITY	38.178120
X7	.000000	INFINITY	14.884040
X8	.000000	INFINITY	29.410020
X9	.000000	INFINITY	34.693370
X10	.000000	INFINITY	71.711180
X11	.000000	8.629114	13.137430
X12	.000000	INFINITY	6.040226
X13	.000000	INFINITY	8.889844
X14	.000000	INFINITY	11.302900
X15	.000000	INFINITY	4.575474
X16	.000000	INFINITY	63.306100
X17	.000000	INFINITY	43.980910
X18	.000000	INFINITY	5.352505
X19	.000000	INFINITY	55.527690
X20	.000000	INFINITY	35.385390
X21	.000000	INFINITY	60.463310
X22	.000000	INFINITY	45.194020
X23	.000000	INFINITY	19.556540
X24	.000000	INFINITY	29.487870
X25	.000000	INFINITY	33.641280

X26	.000000	INFINITY	15.924670
X27	.000000	INFINITY	69.189620
X28	.000000	INFINITY	79.797910
X29	.000000	INFINITY	59.279420
X30	.000000	7.536587	9.049804
X31	.000000	9.598917	16.005820
X32	.000000	INFINITY	14.396190
X33	.000000	INFINITY	13.717580

Corrida para  
 $\rho = 9\%$

ROW	RIGHTHAND SIDE RANGES		
	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	1.677123	.8922632
3	.000000	1.064686	INFINITY
4	.000000	INFINITY	3.292774
5	.000000	INFINITY	2.821868
6	.000000	INFINITY	11.148460
7	.000000	6.098743	INFINITY
8	.000000	4.163433	INFINITY
9	.000000	3.232415	1.085469
10	.000000	.769786	5.561796
11	.000000	INFINITY	8.625776
12	.000000	11.399910	INFINITY
13	.000000	4.280647	INFINITY
14	.000000	INFINITY	1.141514
15	9.000000	1.330303	.260083
16	1.000000	.029758	.128777

OPTIMUM FOUND AT STEP 43

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 33.560690

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	.000000	.541642
Y2	.000000	1.000000
Y3	4.394615	.000000
Y4	3.930382	.000000
Y5	12.663210	.000000
Y6	.000000	1.000000
Y7	.000000	1.000000
Y8	.000000	.852330
Y9	.000000	.317215
Y10	7.041926	.000000
Y11	.000000	1.000000
Y12	.000000	1.000000
Y13	5.530551	.000000
X1	.000000	16.648560
X2	.055954	.000000
X3	.000000	3.302873
X4	.000000	19.649800
X5	.036140	.000000
X6	.000000	38.176120
X7	.000000	14.864040
X8	.000000	29.410020
X9	.000000	34.693370
X10	.000000	71.711180
X11	.453412	.000000
X12	.000000	6.040226
X13	.000000	8.859844
X14	.000000	11.302900
X15	.000000	4.575474
X16	.000000	63.306100
X17	.000000	43.980910
X18	.000000	5.352505
X19	.000000	55.827690
X20	.000000	35.385890
X21	.000000	60.483310
X22	.000000	45.194020
X23	.000000	19.556840
X24	.000000	29.467670
X25	.000000	33.641280
X26	.000000	15.924670
X27	.000000	69.189620
X28	.000000	79.797910
X29	.000000	59.279420
X30	.087065	.000000
X31	.367429	.000000
X32	.000000	14.396190
X33	.000000	13.717580

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	-.458358
3)	2.284789	.000000
4)	.000000	-1.000000

501



Corrida para  
 $\rho = 10\%$

5)	.000000	-1.000000
6)	.000000	-1.000000
7)	7.947459	.000000
8)	4.681825	.000000
9)	.000000	-.147570
10)	.000000	-.682785
11)	.000000	-1.000000
12)	12.028810	.000000
13)	6.587705	.000000
14)	.000000	-1.000000
15)	.000000	-6.530299
16)	.000000	31.742310

ITERATIONS= 45

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
Y1	1.000000	INFINITY	.541642
Y2	1.000000	INFINITY	1.000000
Y3	1.000000	.254458	.231702
Y4	1.000000	.205026	.601794
Y5	1.000000	.393428	.112062
Y6	1.000000	INFINITY	1.000000
Y7	1.000000	INFINITY	1.000000
Y8	1.000000	INFINITY	.852330
Y9	1.000000	INFINITY	.317215
Y10	1.000000	.187772	.432122
Y11	1.000000	INFINITY	1.000000
Y12	1.000000	INFINITY	1.000000
Y13	1.000000	.673423	.226634
X1	.000000	INFINITY	16.648530
X2	.000000	6.416979	6.175400
X3	.000000	INFINITY	3.302673
X4	.000000	INFINITY	19.649800
X5	.000000	5.969738	10.956170
X6	.000000	INFINITY	38.178120
X7	.000000	INFINITY	14.884040
X8	.000000	INFINITY	29.410020
X9	.000000	INFINITY	34.693370
X10	.000000	INFINITY	71.711180
X11	.000000	8.529114	13.137430
X12	.000000	INFINITY	6.040226
X13	.000000	INFINITY	8.959844
X14	.000000	INFINITY	11.302900
X15	.000000	INFINITY	4.575474
X16	.000000	INFINITY	53.306100
X17	.000000	INFINITY	43.980910
X18	.000000	INFINITY	5.352505
X19	.000000	INFINITY	55.527690
X20	.000000	INFINITY	35.385890
X21	.000000	INFINITY	60.483310
X22	.000000	INFINITY	45.194020
X23	.000000	INFINITY	19.556640
X24	.000000	INFINITY	29.487670
X25	.000000	INFINITY	33.641280
X26	.000000	INFINITY	15.924670
X27	.000000	INFINITY	69.189620

X28	.000000	INFINITY	79.797910
X29	.000000	INFINITY	59.279420
X30	.000000	7.534587	9.049804
X31	.000000	9.598917	16.005820
X32	.000000	INFINITY	14.396190
X33	.000000	INFINITY	13.717580

Corrida para  
 $\rho = 10\%$

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	1.666991	1.719004
3	.000000	2.284789	INFINITY
4	.000000	INFINITY	4.394615
5	.000000	INFINITY	3.930382
6	.000000	INFINITY	12.663210
7	.000000	7.947459	INFINITY
8	.000000	4.681825	INFINITY
9	.000000	4.593997	2.339938
10	.000000	1.659423	1.380947
11	.000000	INFINITY	7.041928
12	.000000	12.028810	INFINITY
13	.000000	6.587705	INFINITY
14	.000000	INFINITY	5.530551
15	10.000000	.330303	1.260083
16	1.000000	.144176	.031974

OPTIMUM FOUND AT STEP 46

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 41.759480

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	.000000	.448342
Y2	.000000	1.000000
Y3	4.445489	.000000
Y4	5.206115	.000000
Y5	14.924180	.000000
Y6	.000000	1.000000
Y7	.000000	1.000000
Y8	.000000	1.000000
Y9	.000000	1.000000
Y10	6.686926	.000000
Y11	.000000	1.000000
Y12	.000000	1.000000
Y13	10.456770	.000000
X1	.000000	31.909350
X2	.000000	21.617200
X3	.000000	38.549930
X4	.000000	48.720210
X5	.000000	54.967660
X6	.000000	75.182240
X7	.000000	23.322490
X8	.000000	74.830580
X9	.000000	70.359850
X10	.000000	119.487000
X11	.572531	.000000
X12	.046569	.000000
X13	.000000	39.712390
X14	.000000	36.091280
X15	.000000	33.891960
X16	.000000	116.305600
X17	.000000	100.528100
X18	.000000	1.725266
X19	.000000	119.470800
X20	.000000	89.282390
X21	.000000	149.072900
X22	.000000	93.635780
X23	.000000	19.793140
X24	.000000	98.825860
X25	.000000	91.203590
X26	.000000	59.220000
X27	.000000	131.402200
X28	.000000	164.220400
X29	.000000	121.131400
X30	.000000	9.161728
X31	.380900	.000000
X32	.000000	25.458890
X33	.000000	42.382020

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	-.551658

3)	2.367820	.000000
4)	.000000	-1.000000
5)	.000000	-1.000000
6)	.000000	-1.000000
7)	8.767572	.000000
8)	8.995857	.000000
9)	.598477	.000000
10)	1.902256	.000000
11)	.000000	-1.000000
12)	13.714380	.000000
13)	8.175381	.000000
14)	.000000	-1.000000
15)	.000000	-12.203840
16)	.000000	92.482800

Corrida para  
 $\rho = 11\%$

NO. ITERATIONS= 46

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
Y1	1.000000	INFINITY	.448342
Y2	1.000000	INFINITY	1.000000
Y3	1.000000	.915576	.173916
Y4	1.000000	.043860	.598644
Y5	1.000000	.865775	.039492
Y6	1.000000	INFINITY	1.000000
Y7	1.000000	INFINITY	1.000000
Y8	1.000000	INFINITY	1.000000
Y9	1.000000	INFINITY	1.000000
Y10	1.000000	.069240	1.000000
Y11	1.000000	INFINITY	1.000000
Y12	1.000000	INFINITY	1.000000
Y13	1.000000	.585877	1.000000
X1	.000000	INFINITY	31.909350
X2	.000000	INFINITY	21.817200
X3	.000000	INFINITY	38.549930
X4	.000000	INFINITY	48.720210
X5	.000000	INFINITY	54.969660
X6	.000000	INFINITY	75.182240
X7	.000000	INFINITY	23.322490
X8	.000000	INFINITY	74.830580
X9	.000000	INFINITY	70.359850
X10	.000000	INFINITY	119.487000
X11	.000000	3.890438	8.133911
X12	.000000	3.569009	9.058273
X13	.000000	INFINITY	39.712390
X14	.000000	INFINITY	36.091280
X15	.000000	INFINITY	33.881960
X16	.000000	INFINITY	116.305600
X17	.000000	INFINITY	100.528100
X18	.000000	INFINITY	1.725266
X19	.000000	INFINITY	119.470800
X20	.000000	INFINITY	89.282390
X21	.000000	INFINITY	149.078900
X22	.000000	INFINITY	93.535780
X23	.000000	INFINITY	19.793140
X24	.000000	INFINITY	98.825860
X25	.000000	INFINITY	91.203590

X26	.000000	INFINITY	59.320000
X27	.000000	INFINITY	131.302200
X28	.000000	INFINITY	164.220400
X29	.000000	INFINITY	121.151400
X30	.000000	INFINITY	9.161700
X31	.000000	19.764090	77.555500
X32	.000000	INFINITY	25.455990
X33	.000000	INFINITY	42.382000

Corrida para  
 $\rho = 11\%$

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	4.383159	.754668
3	.000000	2.567520	INFINITY
4	.000000	INFINITY	4.445489
5	.000000	INFINITY	5.204113
6	.000000	INFINITY	14.924160
7	.000000	2.757576	INFINITY
8	.000000	3.995857	INFINITY
9	.000000	.598477	INFINITY
10	.000000	1.902256	INFINITY
11	.000000	INFINITY	6.686926
12	.000000	13.714350	INFINITY
13	.000000	8.175381	INFINITY
14	.000000	INFINITY	10.496770
15	11.000000	.247120	.116553
16	1.000000	.010709	.021972

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 48

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 55.248500

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	.000000	1.000000
Y2	.000000	1.000000
Y3	11.163630	.000000
Y4	6.500191	.000000
Y5	18.906740	.000000
Y6	.000000	1.000000
Y7	.000000	1.000000
Y8	.000000	1.000000
Y9	.000000	1.000000
Y10	8.263650	.000000
Y11	.000000	1.000000
Y12	.000000	1.000000
Y13	12.414260	.000000
X1	.000000	46.503900
X2	.000000	32.980680
X3	.000000	52.577550
X4	.000000	65.835620
X5	.000000	70.151990
X6	.000000	88.642350
X7	.000000	27.203480
X8	.000000	93.513170
X9	.000000	86.221340
X10	.000000	142.065900
X11	.773701	.000000
X12	.000000	9.058266
X13	.000000	46.688220
X14	.000000	42.846410
X15	.000000	39.317760
X16	.000000	140.191600
X17	.000000	118.132100
X18	.000000	8.104050
X19	.000000	141.723100
X20	.000000	105.751000
X21	.000000	183.407300
X22	.000000	109.489100
X23	.000000	29.025430
X24	.000000	127.365300
X25	.000000	110.435800
X26	.000000	70.897550
X27	.000000	152.958700
X28	.000000	208.780500
X29	.000000	146.921800
X30	.000000	20.200600
X31	.226299	.000000
X32	.000000	23.349880
X33	.000000	57.897830

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	2.329646	.000000

3)	1.221733	.000000
4)	.000000	-1.000000
5)	.000000	-1.000000
6)	.000000	-1.000000
7)	7.527324	.000000
8)	3.225981	.000000
9)	5.076700	.000000
10)	9.757159	.000000
11)	.000000	-1.000000
12)	11.284000	.000000
13)	11.373600	.000000
14)	.000000	-1.000000
15)	.000000	-13.910850
16)	.000000	111.681700

NO. ITERATIONS= 46

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ. COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
Y1	1.000000	INFINITY	1.000000
Y2	1.000000	INFINITY	1.000000
Y3	1.000000	22.650760	.442098
Y4	1.000000	.229355	.855909
Y5	1.000000	2.168452	.139136
Y6	1.000000	INFINITY	1.000000
Y7	1.000000	INFINITY	1.000000
Y8	1.000000	INFINITY	1.000000
Y9	1.000000	INFINITY	1.000000
Y10	1.000000	.233325	1.000000
Y11	1.000000	INFINITY	1.000000
Y12	1.000000	INFINITY	1.000000
Y13	1.000000	1.419965	1.000000
X1	.000000	INFINITY	46.603900
X2	.000000	INFINITY	32.860680
X3	.000000	INFINITY	52.577550
X4	.000000	INFINITY	65.835520
X5	.000000	INFINITY	70.151990
X6	.000000	INFINITY	88.642350
X7	.000000	INFINITY	27.203480
X8	.000000	INFINITY	93.513170
X9	.000000	INFINITY	86.221340
X10	.000000	INFINITY	142.005900
X11	.000000	6.928715	87.477740
X12	.000000	INFINITY	9.058266
X13	.000000	INFINITY	46.688220
X14	.000000	INFINITY	42.846410
X15	.000000	INFINITY	39.317760
X16	.000000	INFINITY	140.191600
X17	.000000	INFINITY	118.132100
X18	.000000	INFINITY	6.104050
X19	.000000	INFINITY	141.723100
X20	.000000	INFINITY	105.731000
X21	.000000	INFINITY	183.437300
X22	.000000	INFINITY	109.489100
X23	.000000	INFINITY	.29.025430
X24	.000000	INFINITY	127.565300
X25	.000000	INFINITY	110.433600

X24	.000000	INFINITY	70.877550
X27	.000000	INFINITY	152.978700
X28	.000000	INFINITY	105.730500
X29	.000000	INFINITY	146.921800
X30	.000000	INFINITY	20.200400
X31	.000000	24.955420	INFINITY
X32	.000000	INFINITY	23.349880
X33	.000000	INFINITY	57.877830

Corrida para  
 $\rho = 12\%$

ROW	CURRENT PMS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	2.329646	INFINITY
3	.000000	1.221733	INFINITY
4	.000000	INFINITY	11.163650
5	.000000	INFINITY	6.500191
6	.000000	INFINITY	16.906740
7	.000000	7.327384	INFINITY
8	.000000	5.226961	INFINITY
9	.000000	6.076700	INFINITY
10	.000000	9.757169	INFINITY
11	.000000	INFINITY	8.263660
12	.000000	11.864000	INFINITY
13	.000000	11.373600	INFINITY
14	.000000	INFINITY	12.414260
15	12.000000	.794374	.752880
16	1.000000	.066940	.062088



OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 69.475590

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	.000000	1.000000
Y2	.316249	.000000
Y3	18.256250	.000000
Y4	7.833036	.000000
Y5	18.937690	.000000
Y6	.000000	1.000000
Y7	.000000	1.000000
Y8	.000000	1.000000
Y9	.000000	1.000000
Y10	9.720552	.000000
Y11	.000000	1.000000
Y12	.000000	1.000000
Y13	14.411610	.000000
X1	.000000	69.574300
X2	.000000	50.598960
X3	.000000	69.353080
X4	.000000	80.879150
X5	.000000	100.485600
X6	.000000	94.492690
X7	.000000	48.456480
X8	.000000	105.953200
X9	.000000	94.516010
X10	.000000	155.554900
X11	.932723	.000000
X12	.000000	13.163260
X13	.000000	50.666980
X14	.000000	41.750560
X15	.000000	40.502270
X16	.000000	143.791600
X17	.000000	122.942200
X18	.000000	14.613640
X19	.000000	157.573000
X20	.000000	114.687100
X21	.000000	231.834700
X22	.000000	117.290500
X23	.000000	14.212250
X24	.000000	155.385900
X25	.000000	132.333800
X26	.000000	92.093080
X27	.000000	163.065900
X28	.000000	232.602800
X29	.000000	162.876300
X30	.000000	19.341810
X31	.067277	.000000
X32	.000000	13.169100
X33	.000000	70.590840

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	5.423959	.000000

3)	.000000	-1.000000
4)	.000000	-1.000000
5)	.000000	-1.000000
6)	.000000	-1.000000
7)	4.045427	.000000
8)	4.375033	.000000
9)	11.667640	.000000
10)	17.190220	.000000
11)	.000000	-1.000000
12)	10.073130	.000000
13)	14.528330	.000000
14)	.000000	-1.000000
15)	.000000	-15.448830
16)	.000000	131.359290

NO. ITERATIONS= 46

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
Y1	1.000000	INFINITY	1.000000
Y2	1.000000	.759432	1.000000
Y3	1.000000	11.090900	.474800
Y4	1.000000	.549097	.417094
Y5	1.000000	2.076265	.330711
Y6	1.000000	INFINITY	1.000000
Y7	1.000000	INFINITY	1.000000
Y8	1.000000	INFINITY	1.000000
Y9	1.000000	INFINITY	1.000000
Y10	1.000000	.558602	1.000000
Y11	1.000000	INFINITY	1.000000
Y12	1.000000	INFINITY	1.000000
Y13	1.000000	1.428241	1.000000
X1	.000000	INFINITY	69.574300
X2	.000000	INFINITY	50.598960
X3	.000000	INFINITY	69.353080
X4	.000000	INFINITY	80.879150
X5	.000000	INFINITY	100.485600
X6	.000000	INFINITY	94.492690
X7	.000000	INFINITY	48.456480
X8	.000000	INFINITY	105.953200
X9	.000000	INFINITY	94.516010
X10	.000000	INFINITY	155.554900
X11	.000000	14.365900	97.149260
X12	.000000	INFINITY	13.183260
X13	.000000	INFINITY	50.666980
X14	.000000	INFINITY	41.750560
X15	.000000	INFINITY	40.502270
X16	.000000	INFINITY	143.791600
X17	.000000	INFINITY	132.942200
X18	.000000	INFINITY	14.613640
X19	.000000	INFINITY	157.573000
X20	.000000	INFINITY	114.687100
X21	.000000	INFINITY	231.834700
X22	.000000	INFINITY	117.290500
X23	.000000	INFINITY	14.212250
X24	.000000	INFINITY	155.385900
X25	.000000	INFINITY	132.333800

X26	.000000	INFINITY	92.093086
X27	.000000	INFINITY	165.065900
X28	.000000	INFINITY	322.602900
X29	.000000	INFINITY	162.876500
X30	.000000	INFINITY	19.341810
X31	.000000	24.610300	INFINITY
X32	.000000	INFINITY	12.169100
X33	.000000	INFINITY	70.590840

Corrida para  
 $\rho = 13\%$

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	5.423959	INFINITY
3	.000000	INFINITY	.316249
4	.000000	INFINITY	19.256250
5	.000000	INFINITY	7.833034
6	.000000	INFINITY	19.937690
7	.000000	6.045427	INFINITY
8	.000000	4.395033	INFINITY
9	.000000	11.667440	INFINITY
10	.000000	17.280220	INFINITY
11	.000000	INFINITY	9.720552
12	.000000	10.073130	INFINITY
13	.000000	14.528330	INFINITY
14	.000000	INFINITY	14.411810
15	13.000000	.423070	.205626
16	1.000000	.016072	.031518

NO FEASIBLE SOLUTION AT STEP 48  
 SUM OF INFEASIBILITIES= .576900

VIOLATED ROWS HAVE NEGATIVE SLACK,  
 OR (EQUALITY ROWS) NONZERO SLACKS;  
 ROWS CONTRIBUTING TO INFEASIBILITY  
 HAVE NONZERO DUAL PRICE.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 76.011530

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	.000000	.000000
Y2	.966923	.000000
Y3	21.256920	.000000
Y4	8.396923	.000000
Y5	19.796920	.000000
Y6	.000000	.000000
Y7	.000000	.000000
Y8	.000000	.000000
Y9	.000000	.000000
Y10	10.336920	.000000
Y11	.000000	.000000
Y12	.000000	.000000
Y13	15.256920	.000000
X1	.000000	6.926917
X2	.000000	7.670763
X3	.000000	7.975070
X4	.000000	6.338456
X5	.000000	10.496150
X6	.000000	9.153070
X7	.000000	5.111532
X8	.000000	9.609994
X9	.000000	8.051532
X10	.000000	10.657690
X11	1.000000	.000000
X12	.000000	.596920
X13	.000000	6.792301
X14	.000000	6.286147
X15	.000000	6.338455
X16	.000000	11.836150
X17	.000000	12.123840
X18	.000000	.748460
X19	.000000	13.191530
X20	.000000	10.479220
X21	.000000	17.682300
X22	.000000	9.362301
X23	.000000	3.651532
X24	.000000	14.953070
X25	.000000	11.642300
X26	.000000	7.975070
X27	.000000	13.300760
X28	.000000	17.306910
X29	.000000	12.472300
X30	.000000	3.495378
X31	.000000	6.288458
X32	.000000	2.509000

X33 .000000 6.529994

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	6.733070	.000000
3)	.000000	.000000
4)	.000000	.000000
5)	.000000	.000000
6)	.000000	.000000
7)	5.503070	.000000
8)	4.043070	.000000
9)	14.033000	.000000
10)	20.463000	.000000
11)	.000000	.000000
12)	9.307000	.000000
13)	15.863000	.000000
14)	.000000	.000000
15)	-.576930	-1.000000
16)	.000000	13.423070

Corrida para  
 $\rho = 14\%$

NO. ITERATIONS= 46

Cálculos del ejemplo Markowitz

(Rjt)							
EMISORA		ENE-91	FEB-91	MAR-91	ABR-91	MAY-91	JUN-91
BANDRTE	SNVO	-2.04	10.93	7.69	-2.64	10.03	23.2
INTENAL	S	1.13	18.11	1.62	-1.93	10.54	20.35
CEMEX	A	6.69	14.39	34.68	21.82	33.22	7.92
CIFRA	CCP	10.33	-1.02	10.78	12.24	20.54	-7.42
TELMEX	A	-6	4.66	47.13	15.94	13.31	-6.36
TEXEL		19.86	-1.57	-16.21	7.15	14.16	-6.43

COVARIANCIAS      -119.16    -7.3162   -763.977    113.971   189.4696   40.8948

JUL-91	AGO-91	SEP-91	OCT-91	NOV-91	DEC-91	JAN-92
-6.46	-16.04	1.19	29.53	18.97	-0.36	-0.66
-1.67	-17.88	-8.76	28.62	5.89	7.22	-24.34
9.32	-0.61	-7.04	23.76	4.05	-2.44	28.63
25.07	10.23	-4.91	0.49	0.18	0.64	13.78
21.35	18.65	-0.65	15.22	-1.78	4.95	4.66
-2.14	22.26	23.98	8.31	-13.56	11.11	9.83

-45.489 469.7808 -22.087 128.4782 24.1368 84.9945 45.2078

# Cálculos del ejemplo Markowitz

VARIANCIAS

147  
208  
177  
94  
191  
209

COV(X5,X6)  
-60



Forma del modelo del ejemplo Markowitz

```

MIN      X + Y + Z + W + S + T + UNO + RETORNO
SUBJECT TO
2)      249 X + 162 Y + 94 Z - 124 W - 50 S - 172 T + UNO - 5.5 RETORNO
>=      0
3)      282 X + 410 Y + 48 Z - 116 W - 34 S - 170 T + UNO - 2.9 RETORNO
>=      0
4)      94 X + 48 Y + 354 Z + 118 W + 206 S - 154 T + UNO - 13.4 RETORNO
>=      0
5)      - 124 X - 116 Y + 118 Z + 188 W + 152 S + 10 T + UNO - 6.9 RETORNO
>=      0
6)      - 50 X - 34 Y + 206 Z + 132 W + 382 S - 126 T + UNO - 9.9 RETORNO
>=      0
7)      - 172 X - 170 Y - 154 Z + 10 W - 126 S + 416 T + UNO - 7.1 RETORNO
>=      0
8)      X + Y + Z + W + S + T =      1
9)      5.5 X + 2.9 Y + 13.4 Z + 6.9 W + 9.9 S + 7.1 T >=      1

```

END

QP OPTIMUM FOUND AT STEP 6

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 9.6919900

Corrida para  $\rho = 1\%$   
ejemplo de Markowitz

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X	.399025	.000000
Y	.000000	17.203670
Z	.000000	34.175560
W	.303528	.000000
S	.072338	.000000
T	.225109	.000000
UNO	-19.383980	.000000
RETORNO	.000000	5.603402

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	-.399025
3)	17.203670	.000000
4)	34.175560	.000000
5)	.000000	-.303528
6)	.000000	-.072338
7)	.000000	-.225109
8)	.000000	-19.383980
9)	5.603402	.000000

NO. ITERATIONS= 6

QP OPTIMUM FOUND AT STEP 8

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 11.180100

Corrida para  $\rho = 7\%$   
ejemplo de Markowitz

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X	.361287	.000000
Y	.000000	30.486480
Z	.020488	.000000
W	.229121	.000000
S	.141004	.000000
T	.248100	.000000
UNO	17.812280	.000000
RETORNO	5.738926	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	-.361287
3)	30.486480	.000000
4)	.000000	-.020488
5)	.000000	-.229121
6)	.000000	-.141004
7)	.000000	-.248100
8)	.000000	-17.812280
9)	.000000	-5.738926

NO. ITERATIONS= 8

OPTIMUM FOUND AT STEP 8

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 19.304110

Corrida para  $\rho = 8\%$   
ejemplo de Markowitz

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X	.290487	.000000
Y	.000000	28.381590
Z	.156265	.000000
W	.121717	.000000
S	.144518	.000000
T	.287012	.000000
UNO	31.464570	.000000
RETORNO	8.509100	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	-.290487
3)	28.381590	.000000
4)	.000000	-.156265
5)	.000000	-.121717
6)	.000000	-.144518
7)	.000000	-.287012
8)	.000000	31.464570
9)	.000000	-8.509100

D. ITERATIONS= 8

QP OPTIMUM FOUND AT STEP 6

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 28.198300

Corrida para  $\rho = 9\%$   
ejemplo de Markowitz

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X	.219688	.000000
Y	.000000	26.276700
Z	.292043	.000000
W	.014313	.000000
S	.148033	.000000
T	.325923	.000000
UNO	45.116870	.000000
RETORNO	11.279270	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	-.219688
3)	26.276700	.000000
4)	.000000	-.292043
5)	.000000	-.014313
6)	.000000	-.148033
7)	.000000	-.325923
8)	.000000	45.116870
9)	.000000	-11.279270

NO. ITERATIONS= 6

QP OPTIMUM FOUND AT STEP 9

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 41.835150

Corrida para  $\rho = 10\%$

ejemplo de Markowitz

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X	.121852	.000000
Y	.000000	28.057380
Z	.447268	.000000
W	.000000	20.893100
S	.098991	.000000
T	.331890	.000000
UNO	79.264270	.000000
RETORNO	16.293460	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	-.121852
3)	28.057380	.000000
4)	.000000	-.447268
5)	20.893100	.000000
6)	.000000	-.098991
7)	.000000	-.331890
8)	.000000	79.264270
9)	.000000	-16.293460

NO. ITERATIONS= 9

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 60.808200

Corrida para  $\rho = 11\%$   
ejemplo de Markowitz

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X	.019858	.000000
Y	.000000	30.435460
Z	.605483	.000000
W	.000000	44.998480
S	.041868	.000000
T	.332791	.000000
UNO	116.562800	.000000
RETORNO	21.652650	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	-.019858
3)	30.435460	.000000
4)	.000000	-.605483
5)	44.998480	.000000
6)	.000000	-.041868
7)	.000000	-.332791
8)	.000000	116.562800
9)	.000000	-21.652650

NO. ITERATIONS= 9

QP OPTIMUM FOUND AT STEP 11

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 90.777780

Corrida para  $\rho = 12\%$   
ejemplo de Markowitz

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X	.000000	129.841300
Y	.000000	205.111200
Z	.777778	.000000
W	.000000	129.396900
S	.000000	40.000030
T	.222222	.000000
UNO	328.920700	.000000
RETORNO	42.539690	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	129.841300	.000000
3)	205.111200	.000000
4)	.000000	-.777778
5)	129.396900	.000000
6)	40.000030	.000000
7)	.000000	-.222222
8)	.000000	328.920700
9)	.000000	-42.539690

NO. ITERATIONS= 11



OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 146.92290

Corrida para  $\rho = 13\%$   
ejemplo de Markowitz

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X	.000000	306.394600
Y	.000000	444.793700
Z	.936508	.000000
W	.000000	242.775500
S	.000000	107.301600
T	.063492	.000000
UNO	612.911700	.000000
RETORNO	69.750580	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	306.394600	.000000
3)	444.793700	.000000
4)	.000000	-.936508
5)	242.775500	.000000
6)	107.301600	.000000
7)	.000000	-.063492
8)	.000000	612.911700
9)	.000000	-69.750580

NO. ITERATIONS= 11

SLK 7 ENTERS WITHOUT BOUND

NO FEASIBLE SOLUTION AT STEP 11  
SUM OF INFEASIBILITIES= .000000

Corrida para  $\rho = 14\%$   
ejemplo de Markowitz

VIOLATED ROWS HAVE NEGATIVE SLACK,  
OR (EQUALITY ROWS) NONZERO SLACKS.  
ROWS CONTRIBUTING TO INFEASIBILITY  
HAVE NONZERO DUAL PRICE.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) .00000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X	.000000	.000000
Y	.000000	.000000
Z	.000000	.000000
W	.000000	.000000
S	.000000	.000000
T	.000000	.000000
UND	.000000	.000000
RETORND	.000000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	.000000
3)	.000000	.000000
4)	.000000	.000000
5)	.000000	.000000
6)	.000000	.000000
7)	.000000	.000000
8)	.000000	.000000
9)	.000000	.000000

NO. ITERATIONS= 11

Forma del modelo Markowitz Completo

MIN  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12}$   
 $+ X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23}$   
 $+ X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} + X_{28} + X_{29} + X_{30} + X_{31} + X_{32} + X_{33} + U + R$

SUBJECT TO

2)  $256 X_1 + 100 X_2 + 80 X_3 + 174 X_4 + 76 X_5 + 114 X_6 + 246 X_7$   
 $+ 70 X_8 + 70 X_9 + 46 X_{10} + 130 X_{11} + 180 X_{12} + 44 X_{13} + 66 X_{14} + 2 X_{15}$   
 $+ 112 X_{16} - 36 X_{17} + 322 X_{18} + 14 X_{19} + 52 X_{20} + 72 X_{21} + 36 X_{22}$   
 $+ 60 X_{23} - 60 X_{24} + 64 X_{25} + 34 X_{26} + 32 X_{27} + 52 X_{28} + 132 X_{29}$   
 $+ 50 X_{30} + 50 X_{31} - 4 X_{32} + 122 X_{33} + U - 6.5 R \geq 0$

3)  $100 X_1 + 234 X_2 + 194 X_3 + 142 X_4 + 202 X_5 + 236 X_6 + 260 X_7$   
 $- 4 X_8 + 24 X_9 + 58 X_{10} + 22 X_{11} + 38 X_{12} - 62 X_{13} - 12 X_{14} - 84 X_{15}$   
 $+ 92 X_{16} - 22 X_{17} + 98 X_{18} + 94 X_{19} + 82 X_{20} + 26 X_{21} - 40 X_{22}$   
 $- 112 X_{23} + 42 X_{24} + 20 X_{25} - 90 X_{26} + 144 X_{27} + 20 X_{28} + 32 X_{29}$   
 $- 44 X_{30} - 86 X_{31} - 50 X_{32} - 20 X_{33} + U - 5.6 R \geq 0$

4)  $80 X_1 + 194 X_2 + 294 X_3 + 248 X_4 + 248 X_5 + 298 X_6 + 276 X_7$   
 $+ 86 X_8 + 14 X_9 + 60 X_{10} + 94 X_{11} + 72 X_{12} - 104 X_{13} - 124 X_{14}$   
 $- 124 X_{15} + 222 X_{16} - 22 X_{17} + 36 X_{18} + 96 X_{19} + 60 X_{20} + 46 X_{21}$   
 $+ 24 X_{22} - 170 X_{23} + 8 X_{24} - 2 X_{25} - 72 X_{26} + 154 X_{27} + 160 X_{28}$   
 $+ 18 X_{29} - 50 X_{30} - 172 X_{31} - 54 X_{32} - 72 X_{33} + U - 5.5 R \geq 0$

5)  $174 X_1 + 142 X_2 + 248 X_3 + 378 X_4 + 264 X_5 + 302 X_6 + 308 X_7$   
 $+ 116 X_8 - 30 X_9 + 82 X_{10} + 78 X_{11} + 76 X_{12} - 106 X_{13} - 132 X_{14}$   
 $- 126 X_{15} + 206 X_{16} - 12 X_{17} - 40 X_{18} + 30 X_{19} - 16 X_{20} + 66 X_{21}$   
 $- 50 X_{22} - 18 X_{23} - 78 X_{24} - 48 X_{25} - 88 X_{26} + 76 X_{27} + 216 X_{28}$   
 $+ 22 X_{29} - 52 X_{30} - 8 X_{31} - 98 X_{32} - 76 X_{33} + U - 5.1 R \geq 0$

6)  $76 X_1 + 202 X_2 + 282 X_3 + 264 X_4 + 410 X_5 + 328 X_6 + 306 X_7$   
 $+ 56 X_8 - 18 X_9 + 64 X_{10} + 48 X_{11} - 8 X_{12} - 110 X_{13} - 68 X_{14} - 116 X_{15}$   
 $+ 56 X_{16} - 16 X_{17} - 26 X_{18} - 68 X_{19} + 50 X_{20} + 98 X_{21} - 72 X_{22}$   
 $- 204 X_{23} - 4 X_{24} + 16 X_{25} - 62 X_{26} + 102 X_{27} + 120 X_{28} + 48 X_{29}$   
 $- 34 X_{30} - 170 X_{31} - 102 X_{32} - 86 X_{33} + U - 2.9 R \geq 0$

7)  $114 X_1 + 234 X_2 + 298 X_3 + 302 X_4 + 326 X_5 + 470 X_6 + 372 X_7$   
 $- 126 X_8 - 86 X_9 + 152 X_{10} + 130 X_{11} - 112 X_{12} - 108 X_{13} - 76 X_{14}$   
 $- 106 X_{15} + 190 X_{16} + 82 X_{17} + 64 X_{18} + 148 X_{19} + 86 X_{20} + 20 X_{21}$   
 $+ 52 X_{22} - 100 X_{23} - 26 X_{24} + 16 X_{25} - 106 X_{26} + 220 X_{27} + 200 X_{28}$   
 $+ 120 X_{29} + 74 X_{30} - 100 X_{31} + 2 X_{32} - 102 X_{33} + U - 4.2 R \geq 0$

8)  $246 X_1 + 280 X_2 + 276 X_3 + 306 X_4 + 306 X_5 + 372 X_6 + 502 X_7$   
 $+ 70 X_8 + 60 X_9 + 180 X_{10} + 150 X_{11} + 154 X_{12} - 62 X_{13} - 8 X_{14}$   
 $- 102 X_{15} + 178 X_{16} - 2 X_{17} + 218 X_{18} + 108 X_{19} + 90 X_{20} + 96 X_{21}$   
 $- 2 X_{22} - 72 X_{23} - 42 X_{24} + 42 X_{25} - 52 X_{26} + 198 X_{27} + 74 X_{28}$   
 $+ 90 X_{29} - 28 X_{30} - 40 X_{31} - 12 X_{32} - 2 X_{33} + U - 8.5 R \geq 0$

9)  $70 X_1 - 4 X_2 + 86 X_3 + 114 X_4 + 86 X_5 + 126 X_6 + 70 X_7 + 182 X_8$   
 $+ 74 X_9 + 64 X_{10} + 140 X_{11} + 146 X_{12} + 44 X_{13} + 40 X_{14} + 32 X_{15}$   
 $+ 144 X_{16} + 10 X_{17} + 104 X_{18} - 28 X_{19} + 30 X_{20} + 8 X_{21} + 128 X_{22}$   
 $- 28 X_{23} - 74 X_{24} + 26 X_{25} + 70 X_{26} + 54 X_{27} + 138 X_{28} + 122 X_{29}$   
 $+ 130 X_{30} - 48 X_{31} + 52 X_{32} + 10 X_{33} + U - 3.8 R \geq 0$

10)  $70 X_1 + 24 X_2 + 14 X_3 - 30 X_4 - 16 X_5 + 86 X_6 + 60 X_7 + 74 X_8$   
 $+ 224 X_9 + 194 X_{10} + 228 X_{11} - 254 X_{12} + 114 X_{13} + 172 X_{14} + 100 X_{15}$   
 $+ 68 X_{16} + 50 X_{17} + 324 X_{18} + 110 X_{19} + 144 X_{20} + 48 X_{21} + 242 X_{22}$   
 $+ 102 X_{23} + 28 X_{24} + 130 X_{25} + 118 X_{26} + 138 X_{27} + 84 X_{28} - 226 X_{29}$   
 $+ 250 X_{30} - 140 X_{31} + 176 X_{32} + 116 X_{33} - U - 5.4 R \geq 0$

11)  $46 X_1 + 58 X_2 + 60 X_3 + 80 X_4 + 64 X_5 + 132 X_6 + 180 X_7 + 86 X_8$   
 $+ 194 X_9 + 540 X_{10} - 224 X_{11} + 270 X_{12} + 46 X_{13} + 162 X_{14} + 34 X_{15}$   
 $+ 82 X_{16} + 92 X_{17} + 32 X_{18} + 118 X_{19} + 68 X_{20} - 170 X_{21} + 170 X_{22}$   
 $- 214 X_{23} + 60 X_{24} + 70 X_{25} + 108 X_{26} + 252 X_{27} + 192 X_{28} - 152 X_{29}$   
 $- 200 X_{30} - 122 X_{31} + 192 X_{32} + 104 X_{33} + U - 2.8 R \geq 0$

12)  $130 X_1 + 22 X_2 + 94 X_3 + 78 X_4 + 48 X_5 + 130 X_6 + 150 X_7$   
 $- 140 X_8 + 228 X_9 - 226 X_{10} - 354 X_{11} + 338 X_{12} + 154 X_{13} + 168 X_{14}$   
 $+ 112 X_{15} + 194 X_{16} + 78 X_{17} + 414 X_{18} + 124 X_{19} + 184 X_{20} + 72 X_{21}$   
 $+ 274 X_{22} - 132 X_{23} - 30 X_{24} + 140 X_{25} + 180 X_{26} + 160 X_{27} + 110 X_{28}$   
 $- 240 X_{29} - 206 X_{30} - 154 X_{31} - 242 X_{32} + 218 X_{33} + U - 13.4 R$

Forma del modelo Markowitz Completo

>= 0

- 13)  $180 X_1 + 38 X_2 + 72 X_3 + 76 X_4 + 8 X_5 + 112 X_6 + 154 X_7 + 146 X_8 + 254 X_9 + 272 X_{10} + 338 X_{11} + 384 X_{12} + 146 X_{13} + 182 X_{14} + 104 X_{15} + 194 X_{16} + 78 X_{17} + 458 X_{18} + 120 X_{19} + 168 X_{20} + 108 X_{21} + 280 X_{22} + 166 X_{23} + 4 X_{24} + 154 X_{25} + 180 X_{26} + 166 X_{27} + 162 X_{28} + 270 X_{29} + 252 X_{30} - 136 X_{31} + 216 X_{32} + 248 X_{33} + U - 12.8 R \geq 0$
- 14)  $44 X_1 - 62 X_2 - 104 X_3 - 106 X_4 - 110 X_5 - 108 X_6 - 62 X_7 + 44 X_8 + 116 X_9 + 46 X_{10} + 154 X_{11} + 146 X_{12} + 236 X_{13} + 300 X_{14} + 202 X_{15} + 6 X_{16} - 74 X_{17} + 276 X_{18} - 30 X_{19} + 142 X_{20} - 40 X_{21} + 130 X_{22} + 150 X_{23} - 54 X_{24} + 92 X_{25} + 152 X_{26} + 6 X_{27} - 122 X_{28} + 164 X_{29} + 132 X_{30} - 18 X_{31} + 168 X_{32} + 216 X_{33} + U - 6.6 R \geq 0$
- 15)  $66 X_1 - 12 X_2 - 124 X_3 - 132 X_4 - 88 X_5 - 76 X_6 - 8 X_7 + 40 X_8 + 172 X_9 + 162 X_{10} + 168 X_{11} + 182 X_{12} + 300 X_{13} + 468 X_{14} + 252 X_{15} - 38 X_{16} - 122 X_{17} + 350 X_{18} - 40 X_{19} + 194 X_{20} - 38 X_{21} + 146 X_{22} - 192 X_{23} - 48 X_{24} + 126 X_{25} + 154 X_{26} + 70 X_{27} - 170 X_{28} + 244 X_{29} + 208 X_{30} - 46 X_{31} + 192 X_{32} + 266 X_{33} + U - 7.1 R \geq 0$
- 16)  $2 X_1 - 84 X_2 - 124 X_3 - 126 X_4 - 116 X_5 - 106 X_6 - 102 X_7 + 32 X_8 + 100 X_9 + 34 X_{10} + 118 X_{11} + 104 X_{12} + 202 X_{13} + 252 X_{14} + 188 X_{15} - 42 X_{16} - 42 X_{17} + 222 X_{18} - 14 X_{19} + 120 X_{20} - 48 X_{21} + 100 X_{22} + 154 X_{23} - 36 X_{24} + 80 X_{25} + 138 X_{26} - 10 X_{27} - 108 X_{28} + 142 X_{29} + 132 X_{30} + 10 X_{31} + 170 X_{32} + 180 X_{33} + U - 6.9 R \geq 0$
- 17)  $112 X_1 + 92 X_2 + 222 X_3 + 206 X_4 + 56 X_5 + 190 X_6 + 178 X_7 + 144 X_8 + 68 X_9 + 82 X_{10} + 194 X_{11} + 194 X_{12} + 6 X_{13} - 38 X_{14} - 42 X_{15} + 422 X_{16} + 20 X_{17} + 182 X_{18} + 52 X_{19} + 74 X_{20} - 40 X_{21} + 172 X_{22} - 36 X_{23} - 62 X_{24} - 6 X_{25} - 8 X_{26} + 174 X_{27} + 174 X_{28} + 40 X_{29} - 16 X_{30} - 190 X_{31} + 64 X_{32} + 16 X_{33} + U - 1.5 R \geq 0$
- 18)  $-36 X_1 - 22 X_2 + 22 X_3 - 12 X_4 - 14 X_5 + 82 X_6 - 2 X_7 + 10 X_8 + 90 X_9 + 92 X_{10} + 78 X_{11} + 78 X_{12} - 74 X_{13} - 122 X_{14} - 42 X_{15} + 20 X_{16} + 182 X_{17} + 16 X_{18} + 126 X_{19} - 8 X_{20} + 50 X_{21} - 116 X_{22} + 26 X_{23} + 56 X_{24} + 34 X_{25} + 16 X_{26} + 68 X_{27} + 136 X_{28} + 30 X_{29} + 98 X_{30} - 54 X_{31} + 82 X_{32} - 26 X_{33} + U - 1.3 R \geq 0$
- 19)  $322 X_1 + 98 X_2 + 36 X_3 - 40 X_4 - 26 X_5 + 64 X_6 + 218 X_7 + 104 X_8 + 324 X_9 + 32 X_{10} + 414 X_{11} + 456 X_{12} + 276 X_{13} + 350 X_{14} + 222 X_{15} + 182 X_{16} + 16 X_{17} + 192 X_{18} + 198 X_{19} + 362 X_{20} + 50 X_{21} + 280 X_{22} + 164 X_{23} + 314 X_{24} + 264 X_{25} + 132 X_{26} - 12 X_{27} - 62 X_{28} + 414 X_{29} + 250 X_{30} - 110 X_{31} + 320 X_{32} + 494 X_{33} + U - 12.7 R \geq 0$
- 20)  $14 X_1 + 96 X_2 + 96 X_3 + 30 X_4 + 68 X_5 + 148 X_6 + 108 X_7 - 28 X_8 + 110 X_9 + 118 X_{10} + 124 X_{11} + 120 X_{12} - 30 X_{13} - 40 X_{14} - 14 X_{15} + 52 X_{16} + 126 X_{17} + 198 X_{18} + 254 X_{19} + 150 X_{20} + 70 X_{21} + 22 X_{22} + 116 X_{23} + 150 X_{24} + 94 X_{25} + 28 X_{26} + 142 X_{27} + 100 X_{28} + 82 X_{29} + 36 X_{30} - 88 X_{31} + 154 X_{32} + 120 X_{33} + U - 0.2 R \geq 0$
- 21)  $52 X_1 + 82 X_2 + 60 X_3 - 16 X_4 + 50 X_5 + 94 X_6 + 80 X_7 + 30 X_8 + 144 X_9 + 64 X_{10} + 164 X_{11} + 168 X_{12} + 142 X_{13} + 194 X_{14} + 120 X_{15} + 74 X_{16} - 8 X_{17} - 162 X_{18} + 150 X_{19} + 236 X_{20} - 4 X_{21} + 86 X_{22} + 104 X_{23} + 48 X_{24} + 130 X_{25} + 96 X_{26} + 122 X_{27} - 24 X_{28} + 182 X_{29} + 96 X_{30} - 122 X_{31} - 188 X_{32} + 270 X_{33} + U - 2.9 R \geq 0$
- 22)  $72 X_1 + 26 X_2 + 46 X_3 + 66 X_4 - 92 X_5 + 20 X_6 - 96 X_7 + 8 X_8 + 48 X_9 + 170 X_{10} + 72 X_{11} + 108 X_{12} - 40 X_{13} - 38 X_{14} - 46 X_{15} - 40 X_{16} + 50 X_{17} + 50 X_{18} + 70 X_{19} - 4 X_{20} - 170 X_{21} + 4 X_{22} + 46 X_{23} + 90 X_{24} + 58 X_{25} - 72 X_{26} - 28 X_{27} - 122 X_{28} + 46 X_{29} + 40 X_{30} - 88 X_{31} - 78 X_{32} + U + 4.3 R \geq 0$
- 23)  $36 X_1 - 40 X_2 + 24 X_3 - 50 X_4 - 72 X_5 + 52 X_6 - 2 X_7 + 128 X_8 + 242 X_9 + 170 X_{10} - 274 X_{11} + 280 X_{12} + 130 X_{13} + 146 X_{14} + 100 X_{15} + 172 X_{16} + 116 X_{17} + 280 X_{18} + 22 X_{19} + 86 X_{20} + 4 X_{21} + 406 X_{22} - 2 X_{23} - 44 X_{24} + 58 X_{25} + 126 X_{26} + 136 X_{27} + 104 X_{28} + 202 X_{29} + 288 X_{30} - 218 X_{31} + 154 X_{32} + 92 X_{33} + U - 4.1 R \geq 0$
- 24)  $60 X_1 - 112 X_2 - 170 X_3 - 18 X_4 - 204 X_5 - 100 X_6 - 72 X_7 - 28 X_8 + 104 X_9 - 214 X_{10} + 122 X_{11} + 166 X_{12} + 150 X_{13} + 192 X_{14} + 154 X_{15} - 26 X_{16} + 26 X_{17} - 164 X_{18} + 112 X_{19} + 104 X_{20} + 44 X_{21} - 2 X_{22} + 510 X_{23} + 26 X_{24} + 64 X_{25} + 118 X_{26} + 16 X_{27} + 46 X_{28}$

Forma del modelo Markowitz Completo

- + 126 X29 + 104 X30 + 176 X31 + 240 X32 + 270 X33 + U - 9.8 R  
 >= 0
- 25) - 60 X1 + 42 X2 + 8 X3 - 78 X4 + 4 X5 - 26 X6 - 42 X7 - 74 X8  
 + 28 X9 + 60 X10 - 30 X11 + 4 X12 - 54 X13 - 48 X14 - 36 X15 - 62 X16  
 + 58 X17 + 130 X19 + 48 X20 + 80 X21 - 44 X22 + 26 X23 + 166 X24  
 + 44 X25 + 6 X26 + 46 X27 + 30 X28 - 10 X29 - 6 X30 - 96 X31 + 28 X32  
 + 58 X33 + U + 1.5 R >= 0
- 26) - 64 X1 + 20 X2 - 2 X3 - 48 X4 + 16 X5 + 16 X6 + 42 X7 + 26 X8  
 + 130 X9 + 70 X10 + 140 X11 + 154 X12 + 92 X13 + 126 X14 + 80 X15  
 - 6 X16 + 34 X17 + 314 X18 + 94 X19 + 130 X20 + 58 X21 + 98 X22  
 + 64 X23 + 44 X24 + 126 X25 + 116 X26 + 56 X27 + 2 X28 + 158 X29  
 + 124 X30 - 88 X31 + 126 X32 + 174 X33 + U - 1.8 R >= 0
- 27) - 34 X1 - 90 X2 - 72 X3 - 88 X4 - 62 X5 - 106 X6 - 52 X7 + 70 X8  
 + 116 X9 + 108 X10 + 182 X11 + 180 X12 + 152 X13 + 154 X14 + 138 X15  
 - 8 X16 + 16 X17 + 264 X18 + 28 X19 + 96 X20 + 72 X21 + 126 X22  
 + 118 X23 + 6 X24 + 112 X25 + 210 X26 + 4 X27 - 12 X28 + 124 X29  
 + 126 X30 - 50 X31 + 188 X32 + 204 X33 + U - 5.5 R >= 0
- 28) - 32 X1 + 144 X2 + 154 X3 + 154 X4 + 102 X5 + 220 X6 + 198 X7  
 + 54 X8 + 138 X9 + 252 X10 + 160 X11 + 166 X12 + 6 X13 + 70 X14  
 - 10 X15 + 174 X16 + 68 X17 + 132 X18 + 142 X19 + 122 X20 + 28 X21  
 + 136 X22 + 16 X23 + 46 X24 + 56 X25 + 4 X26 + 240 X27 + 100 X28  
 + 98 X29 + 84 X30 - 150 X31 + 126 X32 + 38 X33 + U - 0.1 R >= 0
- 29) - 52 X1 + 20 X2 + 160 X3 + 216 X4 + 120 X5 + 200 X6 + 74 X7  
 + 138 X8 + 84 X9 + 192 X10 + 110 X11 + 162 X12 - 122 X13 - 170 X14  
 - 108 X15 + 174 X16 + 138 X17 - 62 X18 + 100 X19 - 26 X20 + 122 X21  
 + 106 X22 + 46 X23 + 50 X24 + 2 X25 - 12 X26 + 100 X27 + 382 X28  
 - 78 X29 + 128 X30 - 114 X31 - 16 X32 - 34 X33 + U + 4.1 R >= 0
- 30) - 132 X1 + 32 X2 + 18 X3 + 22 X4 + 48 X5 + 120 X6 + 90 X7 + 122 X8  
 + 226 X9 + 152 X10 - 240 X11 + 270 X12 + 164 X13 + 244 X14 + 142 X15  
 + 40 X16 + 30 X17 + 414 X18 + 82 X19 + 182 X20 + 46 X21 + 202 X22  
 + 126 X23 - 10 X24 + 158 X25 + 134 X26 + 98 X27 + 76 X28 + 306 X29  
 + 288 X30 - 116 X31 + 162 X32 + 218 X33 + U - 9 R >= 0
- 31) - 50 X1 - 44 X2 - 50 X3 - 52 X4 - 34 X5 + 74 X6 - 28 X7 + 130 X8  
 + 250 X9 + 100 X10 + 204 X11 + 252 X12 + 132 X13 + 208 X14 - 132 X15  
 - 16 X16 + 98 X17 + 250 X18 + 36 X19 + 96 X20 + 40 X21 + 388 X22  
 + 104 X23 - 6 X24 - 124 X25 + 136 X26 + 84 X27 + 138 X28 + 288 X29  
 + 382 X30 - 126 X31 + 144 X32 + 126 X33 + U - 9.9 R >= 0
- 32) - 50 X1 - 36 X2 - 172 X3 + 8 X4 - 170 X5 - 100 X6 - 40 X7 - 48 X8  
 - 140 X9 - 122 X10 - 154 X11 - 136 X12 - 18 X13 - 46 X14 + 10 X15  
 - 100 X16 - 54 X17 - 180 X18 - 98 X19 - 122 X20 - 88 X21 - 218 X22  
 + 178 X23 - 96 X24 - 86 X25 - 50 X26 - 150 X27 - 114 X28 - 112 X29  
 - 126 X30 + 418 X31 - 14 X32 - 48 X33 + U - 7.1 R >= 0
- 33) - 4 X1 - 50 X2 - 56 X3 - 98 X4 - 102 X5 + 2 X6 - 16 X7 + 52 X8  
 + 178 X9 + 192 X10 + 242 X11 - 216 X12 + 168 X13 + 192 X14 + 170 X15  
 + 64 X16 + 82 X17 + 320 X18 + 156 X19 + 186 X20 + 154 X22 + 240 X23  
 + 28 X24 + 126 X25 + 188 X26 + 126 X27 - 16 X28 + 162 X29 + 144 X30  
 - 14 X31 + 340 X32 + 228 X33 + U - 10.9 R >= 0
- 34) - 122 X1 - 20 X2 - 72 X3 - 78 X4 - 86 X5 - 102 X6 - 2 X7 + 10 X8  
 + 166 X9 + 104 X10 + 218 X11 + 248 X12 + 218 X13 + 266 X14 + 190 X15  
 + 18 X16 - 26 X17 + 494 X18 + 120 X19 + 220 X20 + 78 X21 + 92 X22  
 + 270 X23 + 58 X24 - 174 X25 + 204 X26 + 38 X27 - 26 X28 + 218 X29  
 + 126 X30 - 48 X31 + 214 X32 + 374 X33 + U - 8.9 R >= 0
- 35) X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12  
 + X13 + X14 + X15 + X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X22 + X23  
 + X24 + X25 + X26 + X27 + X28 + X29 + X30 + X31 + X32 + X33 = 1
- 36) - 6.3 X1 + 5.8 X2 + 5.5 X3 + 5.1 X4 + 5.4 X5 + 4.3 X6 + 3.3 X7  
 + 3.8 X8 + 5.4 X9 + 2.9 X10 + 12.4 X11 + 17.5 X12 + 6.6 X13 + 7.1 X14  
 + 6.9 X15 + 1.6 X16 + 1.3 X17 + 12.7 X18 + 0.2 X19 + 2.9 X20 + 4.3 X21  
 + 4.1 X22 + 2.5 X23 + 1.8 X24 + 1.9 X25 + 5.5 X26 + 0.7 X27 + 4.1 X28  
 + 3.2 + 9.9 X30 + 7.1 X31 + 10.9 X32 + 6.9 X33 = 1

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.0000000

Corrida  $\rho = 1\%$

Markowitz

Completo

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.000000	.000000
X2	.000000	.000000
X3	.000000	.000000
X4	.000000	.000000
X5	.000000	.000000
X6	.000000	.000000
X7	.228853	.000000
X8	.000000	.000000
X9	.000000	.000000
X10	.000000	.000000
X11	.046237	.000000
X12	.356762	.000000
X13	.000000	.000000
X14	.000000	.000000
X15	.000000	.000000
X16	.000000	.000000
X17	.000000	.000000
X18	.000000	.000000
X19	.000000	.000000
X20	.000000	.000000
X21	.000000	.000000
X22	.000000	.000000
X23	.368149	.000000
X24	.000000	.000000
X25	.000000	.000000
X26	.000000	.000000
X27	.000000	.000000
X28	.000000	.000000
X29	.000000	.000000
X30	.000000	.000000
X31	.000000	.000000
X32	.000000	.000000
X33	.000000	.000000
U	.000000	1.000000
R	.000000	1.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	148.614600	.000000
3)	37.420210	.000000
4)	30.611130	.000000
5)	94.580280	.000000
6)	.000000	.000000
7)	94.286390	.000000
8)	150.254100	.000000
9)	64.271900	.000000
10)	152.810000	.000000
11)	227.466000	.000000
12)	219.876900	.000000
13)	248.930600	.000000
14)	100.241200	.000000
15)	141.552300	.000000
16)	75.911130	.000000

17)	109.345600	.000000
18)	40.548060	.000000
19)	292.091700	.000000
20)	115.966100	.000000
21)	125.039200	.000000
22)	80.764020	.000000
23)	111.368200	.000000
24)	236.604200	.000000
25)	.000000	.000000
26)	94.587810	.000000
27)	104.173500	.000000
28)	117.823500	.000000
29)	96.751400	.000000
30)	174.406000	.000000
31)	131.308400	.000000
32)	.000000	.000000
33)	172.943900	.000000
34)	197.499000	.000000
35)	.000000	-1.000000
36)	9.693460	.000000

Corrida  $\rho = 1\%$   
 Markowitz  
 Completo

NO. ITERATIONS= 4

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	1.000000	INFINITY	.000000
X2	1.000000	INFINITY	.000000
X3	1.000000	INFINITY	.000000
X4	1.000000	INFINITY	.000000
X5	1.000000	INFINITY	.000000
X6	1.000000	INFINITY	.000000
X7	1.000000	.000000	.000000
X8	1.000000	INFINITY	.000000
X9	1.000000	INFINITY	.000000
X10	1.000000	INFINITY	.000000
X11	1.000000	.000000	.000000
X12	1.000000	.000000	.000000
X13	1.000000	INFINITY	.000000
X14	1.000000	INFINITY	.000000
X15	1.000000	INFINITY	.000000
X16	1.000000	INFINITY	.000000
X17	1.000000	INFINITY	.000000
X18	1.000000	INFINITY	.000000
X19	1.000000	INFINITY	.000000
X20	1.000000	INFINITY	.000000
X21	1.000000	INFINITY	.000000
X22	1.000000	INFINITY	.000000
X23	1.000000	.000000	.000000
X24	1.000000	INFINITY	.000000
X25	1.000000	INFINITY	.000000
X26	1.000000	INFINITY	.000000
X27	1.000000	INFINITY	.000000
X28	1.000000	INFINITY	.000000
X29	1.000000	INFINITY	.000000
X30	1.000000	INFINITY	.000000
X31	1.000000	INFINITY	.000000
X32	1.000000	INFINITY	.000000

X33	1.000000	INFINITY	.000000
U	1.000000	INFINITY	1.000000
R	1.000000	INFINITY	1.000000

Corrida  $\rho = 1\%$   
 Markowitz  
 Completo

ROW	RIGHTHAND SIDE RANGES		ALLOWABLE DECREASE
	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	
2	.000000	148.614600	INFINITY
3	.000000	37.420210	INFINITY
4	.000000	30.611130	INFINITY
5	.000000	94.580280	INFINITY
6	.000000	9.133140	36.342840
7	.000000	94.286390	INFINITY
8	.000000	150.254100	INFINITY
9	.000000	64.271900	INFINITY
10	.000000	152.810000	INFINITY
11	.000000	227.466000	INFINITY
12	.000000	219.876900	INFINITY
13	.000000	248.980600	INFINITY
14	.000000	100.241200	INFINITY
15	.000000	141.552200	INFINITY
16	.000000	75.911130	INFINITY
17	.000000	109.345600	INFINITY
18	.000000	40.548060	INFINITY
19	.000000	292.091700	INFINITY
20	.000000	115.966100	INFINITY
21	.000000	125.039200	INFINITY
22	.000000	80.764020	INFINITY
23	.000000	111.368200	INFINITY
24	.000000	236.604200	INFINITY
25	.000000	1.326839	10.189270
26	.000000	94.587810	INFINITY
27	.000000	104.173500	INFINITY
28	.000000	117.823500	INFINITY
29	.000000	96.751400	INFINITY
30	.000000	174.408000	INFINITY
31	.000000	131.308400	INFINITY
32	.000000	47.048810	117.613100
33	.000000	172.943900	INFINITY
34	.000000	197.499000	INFINITY
35	1.000000	INFINITY	.906488
36	1.000000	9.693400	INFINITY



LP OPTIMUM FOUND AT STEP 5

Corrida  $\rho = 11\%$

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

Markowitz

Completo

1) 6.5943540

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.000000	69.171260
X2	.000000	47.897410
X3	.000000	75.636000
X4	.000000	69.813240
X5	.000000	92.960720
X6	.000000	79.105240
X7	.185496	.000000
X8	.000000	152.633100
X9	.000000	131.466600
X10	.000000	139.526200
X11	.275005	.000000
X12	.162742	.000000
X13	.000000	131.227700
X14	.000000	122.737200
X15	.000000	110.517300
X16	.000000	210.899000
X17	.000000	167.146200
X18	.000000	3.853073
X19	.000000	144.273900
X20	.000000	146.468200
X21	.000000	241.336800
X22	.000000	225.141600
X23	.376757	.000000
X24	.000000	177.388300
X25	.000000	166.090000
X26	.000000	122.770200
X27	.000000	194.433200
X28	.000000	253.736000
X29	.000000	204.364600
X30	.000000	64.543380
X31	.000000	20.247280
X32	.000000	13.032620
X33	.000000	79.304480
U	5.594354	.000000
R	.000000	3.242825

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	138.876000	.000000
3)	27.570840	.000000
4)	50.310560	.000000
5)	89.764350	.000000
6)	.000000	-.244426
7)	90.901030	.000000
8)	137.900000	.000000
9)	70.290940	.000000
10)	159.567700	.000000
11)	226.026600	.000000
12)	235.509300	.000000
13)	252.147000	.000000

14)	116.718200	.000000
15)	152.267600	.000000
16)	94.070050	.000000
17)	113.739900	.000000
18)	49.163310	.000000
19)	295.883100	.000000
20)	122.961400	.000000
21)	137.558300	.000000
22)	78.109290	.000000
23)	125.389000	.000000
24)	247.700400	.000000
25)	.000000	- .445417
26)	101.060600	.000000
27)	119.750300	.000000
28)	119.366700	.000000
29)	93.266630	.000000
30)	179.701900	.000000
31)	137.245200	.000000
32)	.000000	- .310157
33)	194.751500	.000000
34)	207.258800	.000000
35)	.000000	194.155200
36)	.000000	-18.249960

Corrida  $\rho = 11\%$

Markowitz

Completo

NO. ITERATIONS= 5

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	1.000000	INFINITY	69.171260
X2	1.000000	INFINITY	47.897410
X3	1.000000	INFINITY	75.636000
X4	1.000000	INFINITY	69.813240
X5	1.000000	INFINITY	92.966720
X6	1.000000	INFINITY	79.105240
X7	1.000000	40.628460	104.227600
X8	1.000000	INFINITY	152.633100
X9	1.000000	INFINITY	131.466600
X10	1.000000	INFINITY	139.526200
X11	1.000000	6.718927	11.102450
X12	1.000000	4.852127	4.696230
X13	1.000000	INFINITY	131.227700
X14	1.000000	INFINITY	122.737200
X15	1.000000	INFINITY	110.517300
X16	1.000000	INFINITY	210.897000
X17	1.000000	INFINITY	167.146200
X18	1.000000	INFINITY	3.853073
X19	1.000000	INFINITY	144.273900
X20	1.000000	INFINITY	146.468200
X21	1.000000	INFINITY	241.336800
X22	1.000000	INFINITY	225.141600
X23	1.000000	10.722060	102.465000
X24	1.000000	INFINITY	177.388300
X25	1.000000	INFINITY	166.090000
X26	1.000000	INFINITY	122.770200
X27	1.000000	INFINITY	194.433200
X28	1.000000	INFINITY	253.736000
X29	1.000000	INFINITY	204.364600

X30	1.000000	INFINITY	64.543380	Corrida $\rho = 11\%$ Markowitz Completo
X31	1.000000	INFINITY	20.247280	
X32	1.000000	INFINITY	13.032620	
X33	1.000000	INFINITY	79.304480	
U	1.000000	INFINITY	1.000000	
R	1.000000	INFINITY	3.242825	

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	138.876000	INFINITY
3	.000000	27.570840	INFINITY
4	.000000	30.310560	INFINITY
5	.000000	89.764350	INFINITY
6	.000000	30.727270	22.887730
7	.000000	90.901030	INFINITY
8	.000000	137.900000	INFINITY
9	.000000	70.290940	INFINITY
10	.000000	159.567700	INFINITY
11	.000000	226.026600	INFINITY
12	.000000	235.509300	INFINITY
13	.000000	252.147000	INFINITY
14	.000000	116.718200	INFINITY
15	.000000	152.267600	INFINITY
16	.000000	94.070050	INFINITY
17	.000000	113.739900	INFINITY
18	.000000	49.163310	INFINITY
19	.000000	295.883100	INFINITY
20	.000000	122.961400	INFINITY
21	.000000	137.558300	INFINITY
22	.000000	78.109290	INFINITY
23	.000000	125.389000	INFINITY
24	.000000	247.700400	INFINITY
25	.000000	16.533570	8.317672
26	.000000	101.060600	INFINITY
27	.000000	119.750300	INFINITY
28	.000000	119.366700	INFINITY
29	.000000	93.266630	INFINITY
30	.000000	179.701900	INFINITY
31	.000000	137.245200	INFINITY
32	.000000	11.404910	19.037160
33	.000000	194.751500	INFINITY
34	.000000	207.258800	INFINITY
35	1.000000	.028666	.022641
36	11.000000	.257123	.306541

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 7

Corrida  $\rho = 12\%$

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

Markowitz

Completo

1) 27.252390

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.000000	405.886000
X2	.000000	597.022300
X3	.000000	705.359300
X4	.000000	565.235400
X5	.000000	928.542200
X6	.000000	739.315400
X7	.000000	330.187900
X8	.000000	738.279700
X9	.000000	690.080000
X10	.000000	898.803500
X11	.690980	.000000
X12	.000000	36.061160
X13	.000000	467.948800
X14	.000000	450.857700
X15	.000000	414.434600
X16	.000000	982.855900
X17	.000000	966.028800
X18	.000000	20.283080
X19	.000000	1093.741000
X20	.000000	890.362900
X21	.000000	1488.008000
X22	.000000	881.658300
X23	.202529	.000000
X24	.000000	1252.307000
X25	.000000	954.552600
X26	.000000	594.576000
X27	.000000	1162.208000
X28	.000000	1495.298000
X29	.000000	1047.425000
X30	.000000	281.861300
X31	.106491	.000000
X32	.000000	36.418640
X33	.000000	470.316400
U	26.252390	.000000
R	.000000	7.998804

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	133.556100	.000000
3)	9.612456	.000000
4)	38.488070	.000000
5)	77.355220	.000000
6)	.000000	-.024070
7)	85.177730	.000000
8)	111.057600	.000000
9)	112.207200	.000000
10)	189.747400	.000000
11)	238.746900	.000000
12)	281.193400	.000000
13)	278.940900	.000000

14)	161.125700	.000000
15)	176.323900	.000000
16)	140.042400	.000000
17)	144.387600	.000000
18)	79.664020	.000000
19)	333.818700	.000000
20)	126.056000	.000000
21)	161.463700	.000000
22)	75.948010	.000000
23)	191.960600	.000000
24)	239.493900	.000000
25)	.565528	.000000
26)	126.580200	.000000
27)	170.584500	.000000
28)	124.075900	.000000
29)	99.436460	.000000
30)	205.253200	.000000
31)	176.239300	.000000
32)	.000000	-9.975930
33)	240.585500	.000000
34)	226.457200	.000000
35)	.000000	1026.051000
36)	.000000	-87.775310

Corrida  $\rho = 12\%$   
 Markowitz  
 Completo

NO. ITERATIONS= 7

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	1.000000	INFINITY	405.886000
X2	1.000000	INFINITY	597.022300
X3	1.000000	INFINITY	705.359300
X4	1.000000	INFINITY	565.235400
X5	1.000000	INFINITY	929.542200
X6	1.000000	INFINITY	739.315400
X7	1.000000	INFINITY	330.187900
X8	1.000000	INFINITY	738.279700
X9	1.000000	INFINITY	690.080000
X10	1.000000	INFINITY	898.803300
X11	1.000000	25.464830	7.333417
X12	1.000000	INFINITY	36.091120
X13	1.000000	INFINITY	467.945800
X14	1.000000	INFINITY	130.367700
X15	1.000000	INFINITY	414.624600
X16	1.000000	INFINITY	782.855900
X17	1.000000	INFINITY	946.028900
X18	1.000000	INFINITY	20.223060
X19	1.000000	INFINITY	1095.741000
X20	1.000000	INFINITY	971.363710
X21	1.000000	INFINITY	1888.009000
X22	1.000000	INFINITY	881.502300
X23	1.000000	3.142894	55.024450
X24	1.000000	INFINITY	1252.507000
X25	1.000000	INFINITY	954.532600
X26	1.000000	INFINITY	594.576000
X27	1.000000	INFINITY	1162.208000
X28	1.000000	INFINITY	1475.298000
X29	1.000000	INFINITY	1047.435000

X30	1.000000	INFINITY	281.861300	Corrida $\rho = 12\%$ Markowitz Completo
X31	1.000000	77.901890	5.500066	
X32	1.000000	INFINITY	86.418640	
X33	1.000000	INFINITY	470.316400	
U	1.000000	INFINITY	1.000000	
R	1.000000	INFINITY	7.998904	

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	.000000	133.556100	INFINITY
3	.000000	9.612456	INFINITY
4	.000000	38.458070	INFINITY
5	.000000	77.355220	INFINITY
6	.000000	.815347	16.639740
7	.000000	85.177730	INFINITY
8	.000000	111.057600	INFINITY
9	.000000	112.207200	INFINITY
10	.000000	189.747400	INFINITY
11	.000000	238.746900	INFINITY
12	.000000	281.193400	INFINITY
13	.000000	278.940500	INFINITY
14	.000000	161.125700	INFINITY
15	.000000	176.323900	INFINITY
16	.000000	140.042400	INFINITY
17	.000000	144.387600	INFINITY
18	.000000	79.664020	INFINITY
19	.000000	333.818700	INFINITY
20	.000000	126.056000	INFINITY
21	.000000	161.463700	INFINITY
22	.000000	75.948010	INFINITY
23	.000000	191.960600	INFINITY
24	.000000	239.493900	INFINITY
25	.000000	.565568	INFINITY
26	.000000	126.580300	INFINITY
27	.000000	170.584500	INFINITY
28	.000000	124.075900	INFINITY
29	.000000	99.436460	INFINITY
30	.000000	205.253200	INFINITY
31	.000000	176.239300	INFINITY
32	.000000	24.333310	.333934
33	.000000	240.585500	INFINITY
34	.000000	226.457200	INFINITY
35	1.000000	.000250	.012388
36	12.000000	.150515	.003004

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 110.33340

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.000000	428.500100
X2	.000000	628.666700
X3	.000000	742.166700
X4	.000000	598.833400
X5	.000000	978.500100
X6	.000000	736.166700
X7	.000000	353.500100
X8	.000000	774.000100
X9	.000000	719.333400
X10	.000000	939.666800
X11	.988889	.000000
X12	.000000	37.000000
X13	.000000	487.333400
X14	.000000	469.500100
X15	.000000	431.833400
X16	.000000	1027.667000
X17	.000000	1009.167000
X18	.000000	20.166650
X19	.000000	1144.000000
X20	.000000	936.500100
X21	.000000	1856.500000
X22	.000000	516.500100
X23	.111111	.000000
X24	.000000	1307.533000
X25	.000000	587.333500
X26	.000000	620.166700
X27	.000000	1216.167000
X28	.000000	1364.167000
X29	.000000	1094.667000
X30	.000000	292.833400
X31	.000000	5.500001
X32	.000000	89.166750
X33	.000000	489.333400
SLACK OR SURPLUS	117.333400	.000000
EXCESS	.000000	B. 100000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
31	206.555600	.000000
32	124.444500	.000000
33	182.000000	.000000
51	184.666700	.000000
61	127.333400	.000000
71	221.777800	.000000
81	742.666700	.000000
91	258.666700	.000000
101	331.444500	.000000
111	342.000000	.000000
121	446.666700	.000000
131	436.222500	.000000

14	270.087700	1.000000
15	281.000000	1.000000
16	288.000000	1.000000
17	288.000000	1.000000
18	288.000000	1.000000
19	288.000000	1.000000
20	288.000000	1.000000
21	288.000000	1.000000
22	288.000000	1.000000
23	288.000000	1.000000
24	288.000000	1.000000
25	288.000000	1.000000
26	288.000000	1.000000
27	288.000000	1.000000
28	288.000000	1.000000
29	288.000000	1.000000
30	288.000000	1.000000
31	288.000000	1.000000
32	288.000000	1.000000
33	288.000000	1.000000
34	288.000000	1.000000
35	288.000000	1.000000
36	288.000000	1.000000

Corrida  $\rho = 13\%$   
 Markowitz  
 Completo

NO. ITERATIONS= 8

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ. COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	1.000000	INFINITY	408.500000
X2	1.000000	INFINITY	288.000000
X3	1.000000	INFINITY	288.000000
X4	1.000000	INFINITY	288.000000
X5	1.000000	INFINITY	288.000000
X6	1.000000	INFINITY	288.000000
X7	1.000000	INFINITY	288.000000
X8	1.000000	INFINITY	288.000000
X9	1.000000	INFINITY	288.000000
X10	1.000000	INFINITY	288.000000
X11	1.000000	INFINITY	288.000000
X12	1.000000	INFINITY	288.000000
X13	1.000000	INFINITY	288.000000
X14	1.000000	INFINITY	288.000000
X15	1.000000	INFINITY	288.000000
X16	1.000000	INFINITY	288.000000
X17	1.000000	INFINITY	288.000000
X18	1.000000	INFINITY	288.000000
X19	1.000000	INFINITY	288.000000
X20	1.000000	INFINITY	288.000000
X21	1.000000	INFINITY	288.000000
X22	1.000000	INFINITY	288.000000
X23	1.000000	INFINITY	288.000000
X24	1.000000	INFINITY	288.000000
X25	1.000000	INFINITY	288.000000
X26	1.000000	INFINITY	288.000000
X27	1.000000	INFINITY	288.000000
X28	1.000000	INFINITY	288.000000
X29	1.000000	INFINITY	288.000000



XS0	1.000000	INFINITY	292.833400	Corrida $\rho = 13\%$ Markowitz Completo
XS1	1.000000	INFINITY	5.500000	
XS2	1.000000	INFINITY	89.166780	
XS3	1.000000	INFINITY	408.877400	
U	1.000000	INFINITY	1.000000	
E	1.000000	INFINITY	8.100000	

RIGHTHAND SIDE RANGE

ROW	CURRENT RHS	ALL DOUBLE INCREASE	ALL DOUBLE DECREASE
1	.000000	239.555600	INFINITY
2	.000000	124.444500	INFINITY
4	.000000	192.000000	INFINITY
5	.000000	184.666700	INFINITY
6	.000000	137.333400	INFINITY
7	.000000	221.777800	INFINITY
8	.000000	242.666700	INFINITY
9	.000000	238.666700	INFINITY
10	.000000	331.444500	INFINITY
11	.000000	342.000000	INFINITY
12	.000000	446.666700	INFINITY
13	.000000	436.222300	INFINITY
14	.000000	270.888900	INFINITY
15	.000000	289.000000	INFINITY
16	.000000	239.555600	INFINITY
17	.000000	286.888900	INFINITY
18	.000000	189.555600	INFINITY
19	.000000	503.555600	INFINITY
20	.000000	240.444500	INFINITY
21	.000000	292.444500	INFINITY
22	.000000	186.444500	INFINITY
23	.000000	360.666700	INFINITY
24	.000000	291.333300	INFINITY
25	.000000	93.555580	INFINITY
26	.000000	248.888900	INFINITY
27	.000000	291.222300	INFINITY
28	.000000	261.333400	INFINITY
29	.000000	220.222300	INFINITY
30	.000000	344.666700	INFINITY
31	.000000	312.000000	INFINITY
32	.000000	INFINITY	93.555580
33	.000000	353.111100	INFINITY
34	.000000	343.111100	INFINITY
35	1.000000	.069915	.029851
36	10.000000	.400000	.849485

Corrida  $\rho = 14\%$

Markowitz

Completo

NO FEASIBLE SOLUTION AT STEP 0  
SUM OF INFEASIBLE VALUES = 2000000

VIOLATED ROWS HAVE NEGATIVE SLACK  
OR (EQUALITY ROWS) NONZERO SLACKS.  
ROWS CONTRIBUTING TO INFEASIBILITY  
HAVE NONZERO DUAL PRICE.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 155.00000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.000000	6.900000
X2	.000000	7.599999
X3	.000000	7.900000
X4	.000000	8.299999
X5	.000000	10.500000
X6	.000000	9.099999
X7	.000000	5.099999
X8	.000000	9.599999
X9	.000000	8.000000
X10	.000000	10.600000
X11	1.000000	.000000
X12	.000000	1.599999
X13	.000000	6.800000
X14	.000000	6.300000
X15	.000000	6.500000
X16	.000000	11.800000
X17	.000000	12.100000
X18	.000000	7.000000
X19	.000000	13.200000
X20	.000000	10.500000
X21	.000000	17.700000
X22	.000000	9.299999
X23	.000000	3.599999
X24	.000000	14.900000
X25	.000000	11.800000
X26	.000000	7.900000
X27	.000000	13.300000
X28	.000000	17.500000
X29	.000000	13.400000
X30	.000000	3.500000
X31	.000000	6.300000
X32	.000000	2.500000
X33	.000000	6.500000
U	154.000000	.000000
R	.000000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICE
2)	284.000000	.000000
3)	178.000000	.000000
4)	248.000000	.000000
5)	222.000000	.000000

6)	202.000000	.000000
7)	284.000000	.000000
8)	304.000000	.000000
9)	294.000000	.000000
10)	382.000000	.000000
11)	380.000000	.000000
12)	508.000000	.000000
13)	492.000000	.000000
14)	308.000000	.000000
15)	322.000000	.000000
16)	272.000000	.000000
17)	348.000000	.000000
18)	232.000000	.000000
19)	568.000000	.000000
20)	278.000000	.000000
21)	338.000000	.000000
22)	224.000000	.000000
23)	428.000000	.000000
24)	264.000000	.000000
25)	124.000000	.000000
26)	294.000000	.000000
27)	336.000000	.000000
28)	314.000000	.000000
29)	264.000000	.000000
30)	394.000000	.000000
31)	260.000000	.000000
32)	.000000	.000000
33)	396.000000	.000000
34)	372.000000	.000000
35)	.000000	13.400000
36)	-1.600000	-1.000000

Corrida  $\rho = 14\%$   
Markowitz  
Completo

NO. ITERATIONS= 3