

PROGRAMACION POR OBJETIVOS

En esta nota se hace una introducción a las técnicas de apoyo a la toma de decisión cuando se requiere considerar múltiples objetivos para el logro de la mejor decisión general. El método de la Programación por Objetivos permite intentar alcanzar varios objetivos de manera simultánea.

Existen numerosos ejemplos de aplicación en las Ciencias de la Administración en los cuales se presentan objetivos múltiples con conflicto de intereses : estrategia de inversiones financieras (riesgo-rendimiento), proyectos tecnológicos (costos, incremento de productividad, riesgo tecnológico), selección de la localización de una nueva planta industrial (ventajas impositivas, costos de transporte), asignación de recursos humanos(restricciones presupuestales, riesgos de incumplimientos), ...

Referencias bibliográficas:

-Hillier&Lieberman "Investigación de Operaciones" (7º Ed. -2002) Cap. 7; pág. 332-339.

-Hillier&Lieberman (6º Ed. -1997) Cap. 7; pág. 285-292.

-Anderson, Sweeney y Williams "Métodos Cuantitativos para los Negocios"(7º Ed. -1998) pag731-746

Aspectos básicos de la Programación por Objetivos.

1. La Programación por Objetivos proporciona una manera racional de intentar alcanzar varios objetivos de manera simultánea, jerarquizando los mismos o asociándoles una ponderación a cada uno.
2. El enfoque básico de la Programación por Objetivos es establecer un objetivo numérico específico para cada uno de los objetivos, formular una función objetivo para cada uno y después buscar una solución que minimice la suma ponderada de las desviaciones de estas funciones objetivo de sus metas respectivas.
3. **Tres tipos de metas:**
 - a. una Meta unilateral inferior: establece un límite inferior por abajo del cual no se quiere ir (pero se aceptan desvíos a la meta que deberá minimizarse)
Ej. : $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \geq \text{Meta}_1$
 - b. una Meta unilateral superior: establece un límite superior que no se quiere exceder (pero se aceptan desvíos a la meta que deberá minimizarse)
Ej. : $a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \leq \text{Meta}_2$
 - c. una Meta bilateral establece un "blanco" específico que no se quiere perder hacia ningún lado.
Ej. : $a_{31}x_1 + a_{32}x_2 \leq \text{Meta}_3$

4. **Una Ecuación Objetivo para cada Meta,**

En el modelo de Programación por Objetivos existen dos tipos de restricciones funcionales: las restricciones ordinarias de Programación Lineal (restricciones “duras” o estrictas) y las ecuaciones objetivo (“blandas” o flexibles). Las restricciones “duras” requieren ser cumplidas de manera estricta. Las restricciones “blandas” pueden admitir desvíos a la meta establecida, pero estos desvíos estarán asociados a una penalización que se reflejará en un parámetro en la Función Objetivo.

a. Valor objetivo de la Meta.

El Valor de la Meta se descompone en dos elementos: (1º) el valor correspondiente al nivel de la Meta alcanzado efectivamente $\sum_j a_{ij}x_j$ y (2º) la desvío o diferencia entre el valor meta y el nivel alcanzado (d_i):

$$\sum_j a_{ij}x_j = M_i + d_i$$

b. Variables de desvío. Para formalizar los desvíos aceptados a cada una de las metas se emplea las variables auxiliares d_i las que por definición pueden obtener valores positivos o negativos.

Para poder hacer operativo el modelo de Programación Lineal cada d_i se sustituirá por la diferencia de dos variables no-negativas:

$$d_i = d_i^+ - d_i^- \text{ donde } d_i^+, d_i^- \geq 0$$

con la siguiente definición:

$$d_i^+ = \begin{cases} d_i & \text{si } d_i \geq 0 \\ 0 & \text{de otra manera} \end{cases}$$

$$d_i^- = \begin{cases} |d_i| & \text{si } d_i \leq 0 \\ 0 & \text{de otra manera} \end{cases}$$

5. La Función Objetivo depende del procedimiento, si se consideran los diferentes objetivos de manera simultánea (Objetivos sin prioridades) o si por el contrario se adopta un procedimiento secuencial (Objetivos con prioridades).

En el primer caso se tratará de Minimizar una función ponderada de las variables de desvío.

En el segundo caso se identificarán “m” modelos de PL a ser optimizados de manera secuencial y de acuerdo a los “m” niveles de jerarquía asignados a los objetivos. La secuencia se resuelve por nivel de jerarquía, desde el nivel de mayor prioridad al de menor.

6. **Programación por Objetivos no secuencial.**

Cada meta representa una Ecuación Objetivo y en la Función Objetivo se incluirán las variables de desvío relevantes correspondientes a cada Objetivo.

Metas prioritarias. En este caso los desvíos en la Función Objetivo serán ponderadas por los coeficientes de penalización.

Metas no prioritarias. En este caso todas las metas tienen una importancia comparable, tienen mismo nivel de prioridad y los coeficientes de penalización en la Función Objetivo son iguales a 1.

7. **Programación por Objetivos secuencial:** existe una jerarquía de niveles de prioridad para las metas, de modo que las metas de primordial importancia reciben atención con primera prioridad y las de importancia secundaria reciben atención de segunda prioridad, y así sucesivamente. Los objetivos de diferente nivel de prioridad no son comparados de manera simultáneamente.

MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN

Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

Metas de primera prioridad : representan metas jerarquizadas, porque el tomador de decisión no está dispuesto a sacrificar ningún resultado de las meta de este nivel de prioridad.

Procedimiento Secuencial : el programa de objetivos con prioridades jerarquizadas se resuelve mediante una secuencia de modelos de Programación Lineal. En este procedimiento, al pasar de un nivel de prioridad superior al nivel inferior, las Restricciones Objetivo del nivel superior inicialmente “blandas” se convierten en una restricción “dura” que no admite desvíos a la meta respectiva. Es decir que no puede sacrificarse nada en el logro de una meta de prioridad superior al tratar de alcanzar un objetivo inferior.

Etapas del Procedimiento para un Problema de 3 Objetivos.

1. Encontrar el mejor logro del objetivo de 1º prioridad.
2. Encontrar el mejor logro del objetivo de 2º prioridad sin comprometer el logro alcanzado del Objetivo de 1º prioridad.
3. Encontrar el mejor logro del objetivo de 3º prioridad sin comprometer el logro alcanzado del Objetivo de prioridad superior (1º y 2º).

En este procedimiento, al pasar de una etapa a otra, o de un nivel de prioridad superior a un nivel inferior, las Restricciones Objetivo del nivel superior inicialmente “blandas” se convierten en la etapa siguiente en una restricción “dura” que no admite desviaciones. Es decir que en una etapa concreta, tratar de alcanzar un objetivo inferior, no puede sacrificarse nada en el logro de una meta de prioridad superior ya resuelta en una etapa anterior.

EJEMPLO 1. SELECCION DE CARTERA DE INVERSIONES

Un Inversor está dispuesto a invertir un capital de \$ 80,000 en seleccionar una cartera de inversiones en base a 2 tipos de acciones (US OIL y HUB Properties).

El Inversor ha identificado 2 objetivos para su selección de cartera:

- 1º Objetivo : asumir un riesgo inferior a un Índice de Riesgo de la Cartera de 700 puntos
- 2º Objetivo : obtener un rendimiento anual mínimo de \$9,000

La tabla siguiente resume los datos de precio y de rendimiento anual en pesos por acción y además se detalla el índice de riesgo que posee cada tipo de acción.

Acciones	Precio \$/Acción	Rend. Anual \$/Acción	Índice de Riesgo p/Acción
US Oil	\$25	\$3	0.5
HUB Properties	\$50	\$5	0.25

1. Comprobar la no existencia de Región Factible.

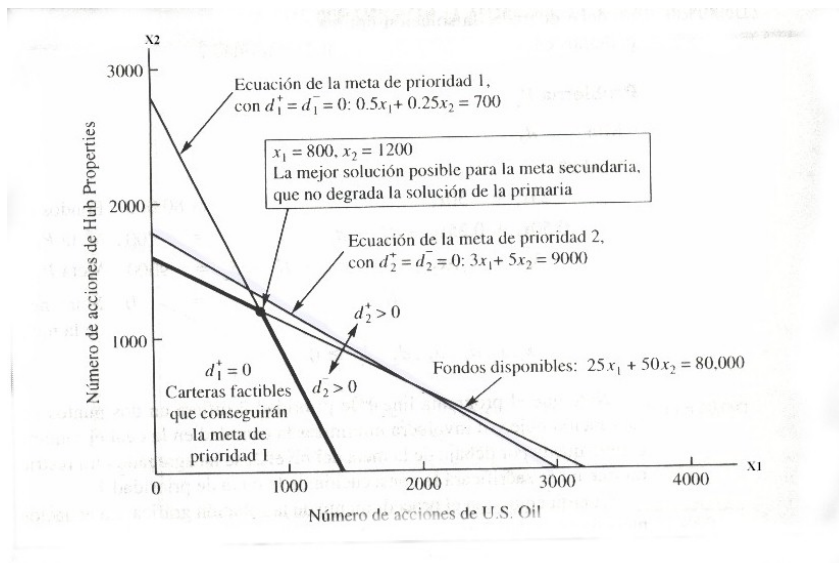
Variables de Decisión:

- x_1 : total de Acciones US Oil compradas
- x_2 : total de Acciones de HUB Properties compradas

$$\begin{aligned} \min \text{ (o max) } Z &= 0 x_1 + 0 x_2 \\ \text{s.r} \quad &0.50 x_1 + 0.25 x_2 \leq 700 \quad \text{Riesgo} \\ &3 x_1 + 5 x_2 \geq 9000 \quad \text{Rendimiento} \\ &25 x_1 + 50 x_2 \leq 80,000 \quad \text{Presupuesto} \\ &x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

La Resolución de este PL muestra que ningún punto que satisfice la Restricción Presupuestal alcanza los 2 Objetivos. El Gráfico adjunto muestra que este Problema Lineal no tiene Región Factible.

GRAFICO – NO EXISTE REGION FACTIBLE



MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN
Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

Como no es posible cumplir con los 2 objetivos simultáneamente, se implementará el Modelo de Programación por Objetivos No prioritarios, el cual requiere transformar las restricciones del Modelo de PL en "ecuaciones objetivo" con sus respectivas variables de decisión.

Asimismo, es necesario identificar la penalización asociada a los desvíos de cada uno de los objetivos para el inversor. En una primera estimación de formulación del problema se asumió una penalización unitaria para todos los desvíos. En una segunda estimación se consultó al inversor y se obtuvieron los siguientes coeficientes de penalización:

1. Cada desvío correspondiente a un punto de riesgo superior es penalizado con un parámetro igual a 30
2. Cada desvío correspondiente a un peso de rendimiento anual menor es penalizado por un coeficiente igual a 15.

2. Programación por Objetivos No-Prioritarios (Estrategia (A))

Se introducen las *variables auxiliares de desvío* en las ecuaciones objetivo:

d_1^+ = cantidad del desvío que numéricamente excede la meta

d_1^- = cantidad del desvío que representa la brecha para alcanzar la meta

min $Z = d_1^+ + d_2^+$	
s.r	
$0.50 x_1 + 0.25x_2 + d_1^- - d_1^+ = 700$	Riesgo
$3 x_1 + 5 x_2 + d_2^- - d_2^+ = 9000$	Rendimiento
$25 x_1 + 50 x_2 \leq 80,000$	Presupuesto
$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$	

PLANILLA MsEXCEL (para programa SOLVER) ("PPO Cartera Inversiones (A).xls")

		Variables de Decisión		Variables de Desviación				
		x1	x2					
		2000	600					
				(-)	(+)	Logros + Desvíos	META	penalización
Restricciones	Riesgo	0,5	0,25	0	450	700	700	1
	Objetivo	Rendimiento	3	5	0	0	9000	9000
Restricción PL	Budget	25	50			80000	80000	

Función Objetivo :		Z =	450
Variables de Decisión		x₁	2000
		x₂	600
Variables de Desvío		d₁⁽⁻⁾	0
		d₁⁽⁺⁾	450
		d₂⁽⁻⁾	0
		d₂⁽⁺⁾	0
Variable Holgura (Budget)		x₃^h	0

Solución

La solución óptima de este PL no alcanza el objetivo 1 pero respeta la Meta 2 (Rendimiento) y la Restricción de Presupuesto.

MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN
Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

3. Programación por Objetivos Prioritarios-No Secuenciales (Estrategia (B))

Además de las *variables de desvío* en las ecuaciones objetivo ahora se introduce dos parámetros de penalización p_1 y p_2 asignados a los desvíos de las Metas 1 y de la Meta 2 respectivamente:

d_1^- = cantidad del desvío que numéricamente excede la meta

d_1^+ = cantidad del desvío que representa la brecha para alcanzar la meta

p_1 = penalización al desvío de la meta 1 = 30

p_2 = penalización al desvío de la meta 2 = 15

min $Z = 30 d_1^- + 15 d_2^-$	
s.r	
$0.50 x_1 + 0.25x_2 + d_1^- - d_1^+ = 700$	Riesgo
$3 x_1 + 5 x_2 + d_2^- - d_2^+ = 9000$	Rendimiento
$25 x_1 + 50 x_2 \leq 80,000$	Presupuesto
$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$	

PLANILLA MsEXCEL (para programa SOLVER) ("PPO_Cartera Inversiones(B).xls")

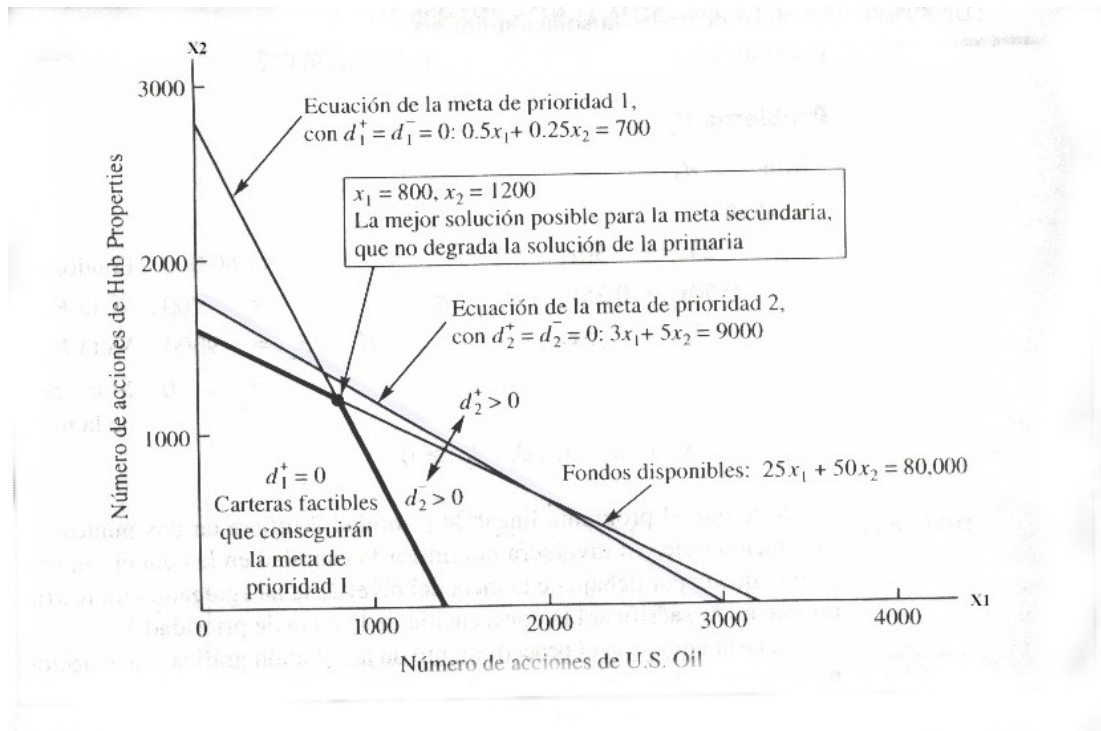
		Variables de Decisión		Variables de Desviación				
		x1	x2					
		800	1200	(-)	(+)	Logros + Desvíos	META	penas
Restricciones	Riesgo	0,5	0,25	0	0	700	700	30
Objetivo	Rendimiento	3	5	600	0	9000	9000	15
Restricción PL	Budget	25	50			80000	80000	

Solución

Función Objetivo :		Z =	9000
Variables de Decisión		x₁	800
		x₂	1200
Variables de Desvío		d₁⁽⁻⁾	0
		d₁⁽⁺⁾	0
		d₂⁽⁻⁾	600
		d₂⁽⁺⁾	0
Variable Holgura (Budget)		x₃^h	0

La solución óptima de este PL alcanza el objetivo 1 (la meta con desvío con mayor penalización: 30\$ por acción) pero falla en el logro de la 2° meta (con 600\$ menos del objetivo de 9.000\$ de rendimiento). Este resultado está en relación con la prioridad asignada a este 2° objetivo, que corresponde a un costo de penalización de \$15).

GRAFICO – Solución Estrategia (B)



4. Programación por Objetivos Prioritarios No Secuenciales con la restricción presupuestal como objetivo. Estrategia (C).

En esta variante del problema anterior, se transforma la restricción presupuestal en una ecuación o restricción objetivo ("restricción blanda").

Para ello se introducen modificaciones en la Función Objetivo y en la restricción presupuestal. A nivel de la restricción se introducen las variables auxiliares de desvío para transformarla en una ecuación objetivo:

d_3^+ = cantidad del desvío que representa un gasto que excede la meta de \$80.000

d_3^- = cantidad del desvío que representa la brecha entre lo que se gastó y la meta de \$80.000.

Se modifica la Función Objetivo al introducir la variable de desvío d_3^+ correspondiente a la nueva ecuación objetivo (Presupuesto) ponderada por un coeficiente de penalización igual a 1 por cada peso gastado en exceso de la meta presupuestal de \$80.000.

Ahora el problema tiene 3 restricciones objetivo:

$\min Z = 30 d_1^+ + 15 d_2^- + d_3^+$	
s.r	
$0.50 x_1 + 0.25x_2 + d_1^- - d_1^+ = 700$	Riesgo
$3 x_1 + 5 x_2 + d_2^- - d_2^+ = 9000$	Rendimiento
$25 x_1 + 50 x_2 + d_3^- - d_3^+ = 80,000$	Presupuesto
$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, d_3^-, d_3^+ \geq 0$	

PLANILLA MsEXCEL (para programa SOLVER) ("PPO_Cartera Inversiones (C).xls")

MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN
Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

		Variables de Decisión		Variables de Desviación				
		x1	x2					
		714	1371					
				(-)	(+)	Logros + Desvíos	META	penas
Restricciones	Riesgo	0,5	0,25	0	0	700	700	30
Objetivo	Rendimiento	3	5	0	0	9000	9000	15
Restricción PL	Budget	25	50	0	6428,6	80000	80000	1

Solución

Al permitir el desvío a la meta presupuestal, la solución óptima de esta variante permite alcanzar simultáneamente el primer objetivo de riesgo y también el segundo objetivo de rendimiento. La solución óptima supone desviarse de la meta del cumplimiento presupuestal, al recomendar invertir ahora por U\$ 80.000+U\$6.428,5= U\$ 86.428,5

Función Objetivo :		Z =	6429
Variables de Decisión	x ₁	714	
	x ₂	1371	
Variables de Desvío	d ₁ ⁽⁻⁾	0	
	d ₁ ⁽⁺⁾	0	
	d ₂ ⁽⁻⁾	0	
	d ₂ ⁽⁺⁾	0	
	d ₃ ⁽⁻⁾	0	
	d ₃ ⁽⁺⁾	6429	

5. Programación por Objetivos Prioritarios Secuenciales (Estrategia (D))

Para implementar la Programación por objetivos prioritarios mediante un procedimiento secuencial es necesario establecer la jerarquía de mayor a menor entre los diferentes objetivos de acuerdo a su importancia.

1º PASO

$min Z = d_1^+$
s.f
$0.50 x_1 + 0.25x_2 + d_1^- - d_1^+ = 700$ Riesgo
$3 x_1 + 5 x_2 + d_2^- - d_2^+ = 9000$ Rendimiento
$25 x_1 + 50 x_2 \leq 80,000$ Presupuesto
$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$

PLANILLA MsEXCEL (para programa SOLVER) ("PPO Cartera Inversiones (D).xls)

		Variables de Decisión		Variables de Desviación				
		x1	x2					
		0	1600					
				(-)	(+)	Logros + Desvíos	META	
Restricciones	Riesgo	0.5	0.25	300	0	700	700	
Objetivo	Rendimiento	3	5	1000	0	9000	9000	
Restricción PL	Budget	25	50			80000	80000	

MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN
Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

Función Objetivo :		Z =	0.00
Variables de Decisión	x_1		0
	x_2		1600
Variables de Desvío	$d_1^{(-)}$		300
	$d_1^{(+)}$		0
	$d_2^{(-)}$		1000
	$d_2^{(+)}$		0
Variable Holgura (Budget)		x_3^h	0

Óptimo: $d_1^+ = 0$

2º PASO

$\min Z = d_2$
s.r
$0.50 x_1 + 0.25x_2 + d_1^- - d_1^+ = 700$ Riesgo
$3 x_1 + 5 x_2 + d_2^- - d_2^+ = 9000$ Rendimiento
$25 x_1 + 50 x_2 \leq 80,000$ Presupuesto
$d_1^+ = 0$
$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$

PLANILLA MsEXCEL (para programa SOLVER) ("PPO Cartera Inversiones (D).xls)

		Variables de Decisión		Variables de Desviación			
		x_1	x_2				
		800.0	1200.0				
				(-)	(+)	Logros + Desvíos	META
Restricciones	Riesgo	0.5	0.25	0.0	0.0	700	700
Objetivo	Rendimiento	3	5	600.0	0.0	9000	9000
Restricción PL	Budget	25	50			80000	80000
	$d_1^{(-)} = 0$						

Función Objetivo :		Z =	600.00
Variables de Decisión	x_1		800.0
	x_2		1200.0
Variables de Desvío	$d_1^{(-)}$		0.0
	$d_1^{(+)}$		0.0
	$d_2^{(-)}$		600.0
	$d_2^{(+)}$		0.0
Variable Holgura (Budget)		x_3^h	0.0

La solución óptima es similar a los resultados encontrados anteriormente con el procedimiento no prioritario. El valor de $Z = 600$ está indicando que la meta 1 se alcanza, y lo mejor que puede hacer el inversor es sacrificar la 2º meta en 600.

El tomador de la decisión no está dispuesto a sacrificar ningún resultado de la meta de primera prioridad (RIESGO) para tratar de alcanzar el objetivo inferior en este problema (RENDIMIENTO). En cambio, al no poder alcanzar los dos objetivos simultáneamente, la solución óptima de este Modelo sugiere sacrificar una parte del

MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN

Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

rendimiento para seguir teniendo el mismo nivel de riesgo. Esta solución es coherente con la estrategia conservadora del Decisor reflejada en la selección de los coeficientes de penalización del procedimiento Programación por Objetivos no Prioritarios, priorizando la meta de riesgo máximo sobre la meta de rendimiento mínimo.

6. Programación por Objetivos Prioritarios (variante con restricción presupuestal como objetivo)

1º PASO

Si se transforma la Restricción Presupuestal como Objetivo de 3º prioridad en lugar de considerarlo una restricción "estricta", procederíamos a realizar las modificaciones correspondientes a nivel de la ecuación de restricción y de la función objetivos.

El resultado es el mismo que para el punto 4 (*Optimo: $d_1^+ = 0$*)

2º PASO

$\min Z = d_2^-$	
s.r	
$0.50 x_1 + 0.25x_2 + d_1^- - d_1^+ = 700$	Riesgo
$3 x_1 + 5 x_2 + d_2^- - d_2^+ = 9000$	Rendimiento
$25 x_1 + 50 x_2 + d_3^- - d_3^+ = 80,000$	Presupuesto
$d_1^+ = 0$	
$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, d_3^-, d_3^+ \geq 0$	

PLANILLA MsEXCEL (para programa SOLVER) ("PPO Cartera Inversiones (E).xls")

		Variables de Decisión		Variables de Desviación		Logros + Desvíos	META
		x1	x2	(-)	(+)		
		714	1371				
Restricciones	Riesgo	0.5	0.25	0	0	700	700
	Objetivo Rendimiento	3	5	0	0	9000	9000
Restricción PL	Budget	25	50	0	6428.571	80000	80000
	$d_1^{(+)} = 0$						

Función Objetivo :		Z =	0.00
Variables de Decisión		x ₁	714
		x ₂	1371
Variables de Desvío		d ₁ ⁽⁻⁾	0
		d ₁ ⁽⁺⁾	0
		d ₂ ⁽⁻⁾	0
		d ₂ ⁽⁺⁾	0
		d ₃ ⁽⁻⁾	0
		d ₃ ⁽⁺⁾	6429

MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN
Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

Óptimo: $d_2^- = 0$

3º PASO

$\min Z = d_3^+$	
s.f.	
$0.50 x_1 + 0.25x_2 + d_1^- - d_1^+ = 700$	Riesgo
$3 x_1 + 5 x_2 + d_2^- - d_2^+ = 9000$	Rendimiento
$25 x_1 + 50 x_2 + d_3^- - d_3^+ = 80,000$	Presupuesto
$d_1^+ = 0$	
$d_2^- = 0$	
$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, d_3^-, d_3^+ \geq 0$	

PLANILLA MsEXCEL (para programa SOLVER) ("PPO_Cartera Inversiones (E).xls")

		Variables de Decisión		Variables de Desviación			
		x1	x2				
		714	1371				
				(-)	(+)	Logros + Desvíos	META
Restricciones	Riesgo	0.5	0.25	0	0	700	700
Objetivo	Rendimiento	3	5	0	0	9000	9000
Restricción PL	Budget	25	50	0	6428.571	80000	80000
	$d_1^{(+)} = 0$						
	$d_2^{(-)} = 0$						

Función Objetivo :		Z =	6428.57
Variables de Decisión		x₁	714
		x₂	1371
Variables de Desvío		d₁⁽⁻⁾	0
		d₁⁽⁺⁾	0
		d₂⁽⁻⁾	0
		d₂⁽⁺⁾	0
		d₃⁽⁻⁾	0
		d₃⁽⁺⁾	6429

En este caso, con la variante de una restricción presupuestal flexible, la solución óptima permite alcanzar los dos objetivos superiores de mínimo riesgo y máximo rendimiento, sacrificando en \$6429 la meta presupuestal (cifra redondeada!).

Se obtiene de esta manera un resultado equivalente al obtenido con el procedimiento No Prioritario y la selección de los siguientes coeficientes de penalización : (30, 15, 1).

Ejemplo 2. Pauta Publicitaria NEVEL SA.

Una Agencia Publicitaria se plantea determinar un plan publicitario en la TV abierta, para la empresa Nevel SA que está preparando el próximo lanzamiento de un nuevo modelo de automóvil.

La empresa Nevel SA tiene 3 objetivos para su Pauta Publicitaria:

- 1º Objetivo : al menos 40 mil hombres de altos ingresos (HAI)
- 2º Objetivo : al menos 60 mil personas del nivel de ingresos medios (NMI)
- 3º Objetivo : al menos 35 mil mujeres de altos ingresos (MAI)

La Agencia puede comprar 2 tipos de pautas publicitarias : pautas en programas deportivos, y pautas en programas de entretenimiento musical. Se dispone de un presupuesto publicitario de \$600,000.

La tabla siguiente resume los datos de costos y de audiencia potencial en miles de personas por minuto de pauta .

<i>Pauta Publicitaria</i>	HAI	MAI	NMI	Costo
Sport	7	5	10	\$100,000
Musical	3	4	5	\$ 60,000

Solución.

2. Comprobar la no existencia de Región Factible.

Variables de Decisión:

- x_1 : total de minutos de Pauta Publicitaria en Programas Deportivos
- x_2 : total de minutos de Pauta Publicitaria en Programas Musicales

min (o max) $Z = 0 x_1 + 0 x_2$

s.r

$7 x_1 + 3 x_2 \geq 40$ (HAI)

$10 x_1 + 5 x_2 \geq 60$ (NMI)

$5 x_1 + 4 x_2 \geq 35$ (MAI)

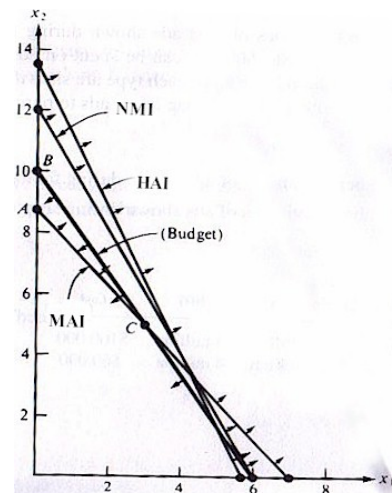
$100 x_1 + 60 x_2 \leq 600$ (Budget)

$x_1, x_2 \geq 0$

La Resolución de este PL muestra que ningún punto que satisfice la Restricción Presupuestal alcanza los 3 Objetivos. El Gráfico adjunto muestra que este Problema Lineal no tiene Región Factible.

Como no es posible cumplir con todos los objetivos simultáneamente se implementará el Modelo de Programación por Objetivos No Prioritarios, el cual requiere transformar las restricciones objetivos del Modelo de PL en "ecuaciones objetivo" con sus respectivas variables de desvío.

También es necesario identificar un costo asociado a los desvíos de cada uno de los Objetivo en términos de costo de oportunidad para la empresa Nevel SA. Para ese fin el Departamento Comercial de NEVEL



MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN

Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

SA estimó los siguientes costos de oportunidad que servirán de base a la determinación de los coeficientes de penalización :

- (1) Cada desvío correspondiente a 1000 personas del Objetivo 1 representa un costo de oportunidad estimado de \$200 mil
- (2) Cada desvío correspondiente a 1000 personas del Objetivo 2 representa un costo de oportunidad estimado de \$100 mil
- (3) Cada desvío correspondiente a 1000 personas del Objetivo 3 representa un costo de oportunidad estimado de \$50 mil

3. NEVEL SA : Programación por Objetivos. (Objetivos Prioritarios No Secuenciales)

Se introducen las variables auxiliares de desvío en las Ecuaciones Objetivo:

- d_i^+ = cantidad del desvío que numericamente excede la Meta
- d_i^- = cantidad del desvío que representa la brecha para alcanzar la Meta

Se especifica la Función Objetivo como un Problema de Minimización de los desvíos ponderados por los parámetros de penalización respectivos (200, 100 y 50).

El Problema tiene 3 Restricciones Objetivo (correspondiente a las 3 Metas de NEVEL SA) y 1 Restricción ordinaria de PL (la restricción presupuestal).

$$\min Z = 200 d_1^- + 100 d_2^- + 50 d_3^-$$

s.r

$$7 x_1 + 3 x_2 + d_1^- - d_1^+ = 40 \quad (\text{HAI})$$

$$10 x_1 + 5 x_2 + d_2^- - d_2^+ = 60 \quad (\text{NMI})$$

$$5 x_1 + 4 x_2 + d_3^- - d_3^+ = 35 \quad (\text{MAI})$$

$$100 x_1 + 60 x_2 \leq 600 \quad (\text{Budget})$$

$$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, d_3^-, d_3^+ \geq 0$$

PLANILLA MsEXCEL (para programa SOLVER) (archivo MsExcel: "Nevel SA.xls")

		Variables de Decisión		Variables de Desviación		Logros + Desvíos	META
		x1	x2	(-)	(+)		
		6	0				
Restricciones Objetivo	HAI	7	3	0	2	40	40
	NMI	10	5	0	0	60	60
	MAI	5	4	5	0	35	35
Restricción PL	Budget	100	60			600	600

SOLUCION

Función Objetivo :		Z =	250
Variables de Decisión	x_1		6
	x_2		0
Variables de Desvío	$d_1^{(-)}$		0
	$d_1^{(+)}$		2
	$d_2^{(-)}$		0
	$d_2^{(+)}$		0
	$d_3^{(-)}$		5
	$d_3^{(+)}$		0

La Solución Óptima de este PL alcanza los Objetivos 1 y 2 (las metas con desvíos con mayor penalización: \$200 mil, \$100 mil) pero falla en el logro de la 3º meta (con 5,000 individuos menos del Target MAI de 35,000). Este resultado está en relación

MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN

Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

con la prioridad asignada a este 3º Objetivo, que corresponde a un costo de penalización de \$50 mil.

4. NEVELSA: Programación por Objetivos Prioritarios No Secuenciales

- Variante con Restricción Presupuestal como Objetivo.

En esta variante del Problema anterior, se transforma la Restricción Presupuestal en una Ecuación o Restricción Objetivo (restricción “blanda”).

Para ello se introducen modificaciones en la Función Objetivo y en la Restricción Presupuestal.

A nivel de la Restricción Presupuestal se introduce las variables auxiliares de desvío para transformarla en una Ecuación Objetivo:

- d_4^+ = cantidad del desvío que representa un gasto que excede la meta de \$600 mil
 - d_4^- = cantidad del desvío que representa la brecha entre lo que se gastó y la meta de \$600 mil.

Se modifica la Función Objetivo al introducir la variable de desvío d_4^+ correspondiente a la nueva Ecuación Objetivo (BUDGET) ponderada por un coeficiente de penalización igual a 1 por cada peso gastado en exceso de la Meta presupuestal de \$600 mil.

Ahora el Problema tiene 4 Restricciones Objetivo (correspondiente a las 3 Metas de NEVEL SA y a la Meta presupuestal).

$$\begin{aligned} \min \quad & Z = 200 d_1^- + 100 d_2^- + 50 d_3^- + d_4^+ \\ \text{s.r} \quad & 7 x_1 + 3 x_2 + d_1^- - d_1^+ = 40 \quad (\text{HAI}) \\ & 10 x_1 + 5 x_2 + d_2^- - d_2^+ = 60 \quad (\text{NMI}) \\ & 5 x_1 + 4 x_2 + d_3^- - d_3^+ = 35 \quad (\text{MAI}) \\ & 100x_1 + 60 x_2 + d_4^- - d_4^+ = 600 \quad (\text{Budget}) \\ & x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, d_3^-, d_3^+, d_4^-, d_4^+ \geq 0 \end{aligned}$$

PLANILLA MsEXCEL (para programa SOLVER) (archivo MsExcel: “Nevel SA.xls”)

		Variables de Decisión		Variables de Desviación		Logros + Desvíos	META
		x1	x2	(-)	(+)		
		4.333	3.333				
Restricciones Objetivo	HAI	7	3	0.000	0.333	40.0	40
	NMI	10	5	0.000	0.000	60.0	60
	MAI	5	4	0.000	0.000	35.0	35
	Budget	100	60	0.000	33.333	600.0	600

MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN
Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

SOLUCION

Función Objetivo :	Z =	33.333
Variables de Decisión	x_1	4.333
	x_2	3.333
Variables de Desvío	$d_1^{(-)}$	0.000
	$d_1^{(+)}$	0.333
	$d_2^{(-)}$	0.000
	$d_2^{(+)}$	0.000
	$d_3^{(-)}$	0.000
	$d_3^{(+)}$	0.000
	$d_4^{(-)}$	0.000
	$d_4^{(+)}$	33.333

La Solución Óptima de esta variante del PL anterior alcanza los 3 Objetivos iniciales de audiencia (1º, 2º y 3º). Cuando se define al Presupuesto como Ecuación Objetivo y no como Restricción “dura”, la Solución Óptima alcanza las 3 Metas Publicitarias. Este resultado se logra permitiendo un desvío mínimo de \$33,333 sobre la Meta Presupuestal de \$600 mil.

5. NEVEL SA : Programación por Objetivos Prioritarios Procedimiento Secuencial

Para implementar la Programación por Objetivos Prioritarios mediante un Procedimiento Secuencial es necesario establecer la jerarquía de mayor a menor entre los diferentes objetivos de acuerdo a su importancia. Los coeficientes de la función objetivo para las variables de penalización serán :

$$P_1 \gg P_2 \gg P_3 \gg \dots \gg P_m$$

Ejemplo: NEVEL SA

min Z = $P_1 d_1^- + P_2 d_2^- + P_3 d_3^-$
s.r
$7 x_1 + 3 x_2 + d_1^- - d_1^+ = 40$ (HAI)
$10 x_1 + 5 x_2 + d_2^- - d_2^+ = 60$ (NMI)
$5 x_1 + 4 x_2 + d_3^- - d_3^+ = 35$ (MAI)
$100 x_1 + 60 x_2 \leq 600$ (Budget)
$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, d_3^-, d_3^+ \geq 0$

1º PASO : Resolver un PL de Minimización del desvío al Objetivo de 1º Prioridad.

min Z = d_1^-
s.r
$7 x_1 + 3 x_2 + d_1^- - d_1^+ = 40$ (HAI)
$10 x_1 + 5 x_2 + d_2^- - d_2^+ = 60$ (NMI)
$5 x_1 + 4 x_2 + d_3^- - d_3^+ = 35$ (MAI)
$100 x_1 + 60 x_2 \leq 600$ (Budget)
$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, d_3^-, d_3^+ \geq 0$

Solución Óptima : $d_1^- = 0$

2º PASO: Resolver otro PL de Minimización del desvío al Objetivo de 2º Prioridad, y asegurár que el desvío al 1º Objetivo se mantenga a su nivel óptimo del 1º Paso.

min Z = d_2^-
s.r
$7 x_1 + 3 x_2 + d_1^- - d_1^+ = 40$ (HAI)
$10 x_1 + 5 x_2 + d_2^- - d_2^+ = 60$ (NMI)
$5 x_1 + 4 x_2 + d_3^- - d_3^+ = 35$ (MAI)
$100 x_1 + 60 x_2 \leq 600$ (Budget)
$d_1^- = 0$ (Obj. Sup)
$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, d_3^-, d_3^+ \geq 0$

MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN

Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

Solución Óptima : $d_2^- = 0$

3º PASO: Resolver otro PL de Minimización del desvío al Objetivo de 3º Prioridad, y asegurará que los desvíos al 1º y 2º Objetivo se mantengan en su nivel óptimo.

min Z = d_3^-	
s.r	$7x_1 + 3x_2 + d_1^- - d_1^+ = 40$ (HAI)
	$10x_1 + 5x_2 + d_2^- - d_2^+ = 60$ (NMI)
	$5x_1 + 4x_2 + d_3^- - d_3^+ = 35$ (MAI)
	$100x_1 + 60x_2 \leq 600$ (Budget)
	$d_1^- = 0$ (Obj. Sup: 1º)
	$d_2^- = 0$ (Obj. Sup: 2º)
	$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, d_3^-, d_3^+ \geq 0$

Solución Óptima : $d_3^- = 5$

La **Solución Óptima** es similar a los resultados encontrados anteriormente con el procedimiento no-prioritario. El valor de $Z=5$ está indicando que las Metas 1 y 2 se alcanzan, y lo mejor que puede hacer NEVEL SA es sacrificar la 3º meta en 5 mil en el Target MAI correspondiente al 3º Objetivo.

Función Objetivo : Z = 5	
Variables de Decisión	x_1 6
	x_2 0
Variables de Desvío	$d_1^{(-)}$ 0
	$d_1^{(+)}$ 0
	$d_2^{(-)}$ 0
	$d_2^{(+)}$ 0
	$d_3^{(-)}$ 5
	$d_3^{(+)}$ 0
Variable Holgura (Budget)	x_3^h 0

4.1 NEVEL SA. : SOLUCIONES EN RELACION A LAS VARIANTES EN LAS PRIORIDADES DE LOS OBJETIVOS.

El Ejemplo de NEVEL SA utiliza una jerarquía específica de los 3 Objetivos identificada a partir de la opinión de los tomadores de decisión de la empresa: HAI >>> NMI >>> MAI.

En la Tabla siguiente se presentan las 6 opciones posibles de ranking de los 3 Objetivos del Problema NEVEL SA y se resumen sus resultados respectivos. La primera opción en la tercera columna de la Tabla corresponde al problema presentado en las páginas anteriores.

Alternativas de "Jerarquización" de los 3 Objetivos	1º Obj	HAI	HAI	NMI	NMI	MAI	MAI
	2º Obj	NMI	MAI	HAI	MAI	HAI	NMI
	3º Obj	MAI	NMI	MAI	HAI	NMI	HAI
Función Objetivo :	Z =	250	1.6667				
Variables de Decisión	x_1	6	5	6	6	3	3
	x_2	0	1.667	0	0	5	5
Variables de Desvío	$d_H^{(-)}$	0	0	0	0	4	4
	$d_H^{(+)}$	2	0				
	$d_N^{(-)}$	0	3.333	0.000	0.000	5.000	5.000
	$d_N^{(+)}$	0	0				
	$d_M^{(-)}$	5	1.667	5.000	5.000	0.000	0.000
	$d_M^{(+)}$	0	0				
Variable Holgura (Budget)	x_3^h	0	0	0	0	0	0

Ejemplo 3 Campaña Publicitaria A.F.Co

La Gerencia de A.F.Co ha establecido metas para los porcentajes de mercado que desea capturar para cada uno de los dos nuevos productos de la compañía en sus respectivos mercados. En particular, desea que el producto A capture al menos 15% de su mercado (Meta 1) y el producto B al menos 10% (Meta 2),

Se han planificado tres campañas de publicidad para el logro de estas metas. La primera está dirigida al producto A, la segunda al producto B y la tercera intenta hacer hincapié en la imagen general de la compañía y sus productos.

Sean x_1, x_2, x_3 el presupuesto asignado (en miles de dólares) a las respectivas campañas. El porcentaje de mercado para los dos productos se estima como :

$$\% \text{ mercado de A} = 0.5 x_1 + 0.2 x_3$$

$$\% \text{ mercado de B} = 0.3 x_2 + 0.2 x_3$$

Se dispone de US\$ 55 mil para las tres campañas, y la gerencia ha dispuesto que se dedique al menos US\$10 mil a la tercera. Si no se puede lograr las 2 metas de parte de mercado de A y B, la disminución en 1% en cada una de las metas se le adjudica la misma importancia.

Se quiere establecer la asignación más efectiva del presupuesto global destinado a las campañas para alcanzar los objetivos establecidos.

SE PIDE.

(a) Reformular el problema como un modelo de Programación Lineal

min $Z = x_1 + x_2 + x_3$				
s.r				
	x_1	x_2	$x_3 \leq 55$	(Presupuesto Total)
	$0.5 x_1$	$+ 0.2 x_3$	≥ 15	(% Mercado "A")
	$0.3 x_2$	$+ 0.2 x_3$	≥ 10	(% Mercado "B")
			$x_3 \geq 10$	(Pres. Mínimo)
	$x_1, x_2 \geq 0$			

Campañas Publicitarias =>	x_1	x_2	x_3	Uso	<=	Limite
Presupuesto	1	1	1	55	<=	55
A	0,5	0	0,2	15	>=	15
B	0	0,3	0,2	8,3	>=	10
min X3	0	0	1	41,7	>=	10

Función De Objetivo			
Coefficientes	1	1	1
Z* =	\$55		

Este problema PL no admite una SOLUCION FACTIBLE. Concretamente la Solución que identifica el SOLVER no satisface la 3ª Restricción correspondientes al % de Mercado del producto "B".

MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN
 Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

(b) Formular y Resolver un modelo de Programación por Objetivos mediante el método Simplex.

$min Z = d_1^- + d_2^-$	
s.r	
$0.5 x_1 +$	$+ 0.2 x_3 + d_1^- - d_1^+ = 15$ (Meta 1)
$0.3 x_2 + 0.2 x_3 + d_2^- - d_2^+ = 10$	(Meta 2)
$x_1 + x_2 + x_3 \leq 55$	(Presupuesto)
$x_3 \geq 10$	(Pres. Minimo)
$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$	

		Variables de Decisión			Variables de Desviación		Logros + Desvíos	META	Lado Derecho
		x1	x2	x3	(-)	(+)			
		13,333	0,000	41,667					
Restricciones	Meta 1	0,50	0,00	0,20	0,0	0,0	15,0	15	
Objetivo	Meta 2	0,00	0,30	0,20	1,7	0,0	10,0	10	
Restricciones	x3 >= 10	0,00	0,00	1,00			41,7		10
PL	Budget	1,00	1,00	1,00			55,0		55

Función Objetivo :		Z =	1,67
Variables de Decisión	x ₁		13,33
	x ₂		0,00
	x ₃		41,67
Variables de Desvío	d ₁ ⁽⁻⁾		0,00
	d ₁ ⁽⁺⁾		0,00
	d ₂ ⁽⁻⁾		1,67
	d ₂ ⁽⁺⁾		0,00

Ejemplo 4 Fuerza de Venta de SOS & C°

La Gerencia de la empresa SOS & C° ha establecida cuotas mensuales para cada tipo de clientes que serán contactados por la compañía. La estrategia de contacto con clientes de SOS C° consiste en que para los próximos 4 semanas, la fuerza de venta debe efectuar 200 contactos con clientes que hayan adquirido productos de la empresa en el pasado, y además deben realizar 120 contactos con nuevos clientes.

La fuerza de venta está constituida por 4 empleados. Tomando en cuenta los tiempos de viaje y de espera, así como el tiempo de venta y demostración, SOS C° asigna 2hs de esfuerzo para cada contacto con clientes anteriores. Los contactos con nuevos clientes tienden a demorar más, y requieren 3hs cada uno. Normalmente ç, un vendedor trabaja 40 hs. a la semana, es decir 160hs, en un horizonte de planificación de 4 semanas. En un programa de trabajo normal, los 4 vendedores disponen de 640 hs (4*160) de fuerza de venta para contacto con clientes.

La Gerencia esta dispuesta a pagar horas extras como a aceptar una solución que emplee menos de las 640hs programadas, pero el desvío de la meta no será en ninguno de los dos casos mayor a 40hs.

También existe otra meta de la empresa en términos de volumen de ventas. En base a la experiencia anterior, SOS C° estima que cada contacto a un cliente anterior tiene un potencial para generar ventas por US\$250, mientras que el contacto con un cliente nuevo sólo tiene un potencial de generar US\$120. La gerencia de la empresa se ha planteada el objetivo de generar ingresos de por lo menos US\$ 70.000 para el próximo mes.

Dada la dimensión pequeña de la fuerza de venta y el breve plazo, la gerencia estableció como prioridad "1" la meta de tiempo extra y la meta de mano de obra. La meta de Ingresos es evaluada como de prioridad "2". Las metas relativas al total de contactos a realizar es considerada de prioridad "3".

LA gerencia quiere saber cual es el número de contacos de clientes anteriores y nuevos más eficaz que permita alcanzar el objetivo de ingresos por ventas.

SE PIDE.

1. Identificar todas las metas y su nivel de prioridad respectivo

Prioridad	Meta	Descripción
1	Nº1	No emplear más de 680hs del tiempo de la Fuerza de Venta
	Nº 2	No emplear menos de 600hs
2	Nº3	Generar ingresos por ventas de por lo menos US\$ 70.000
3	Nº4	Visitar por lo menos 200 clientes anteriores
	Nº5	Visitar por lo menos 120 clientes nuevos

MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN
Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

2. Formular la función objetivo, las restricciones objetivo y las restricciones de PL

Variables :

x_1 : total de clientes anteriores contactados

x_2 : total de clientes nuevos contactados

d_i^- , d_i^+ Desvíos hacia "abajo" y hacia "arriba" de la Meta "i"

min $Z = P_1 (d_1^- + d_1^+) + P_2 (d_2^- + d_2^+) + P_3 (d_3^- + d_3^+) + P_4 (d_4^- + d_4^+) + P_5 (d_5^- + d_5^+)$				
s.r	2 x_1 + 3 x_2 + d_1^- - d_1^+	= 680		(Meta 1)
	2 x_1 + 3 x_2 + d_2^- - d_2^+	= 600		(Meta 2)
	250 x_1 + 125 x_2 + d_3^- - d_3^+	= 70000		(Meta 3)
	x_1 + d_4^- - d_4^+	= 200		(Meta 4)
	x_1 + d_5^- - d_5^+	= 120		(Meta 5)
$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$				

3. Resolver el PPO, identificar la solución y comentar los resultados obtenidos.

		Variables de Decisión		Variables de Desviación			
		x_1	x_2				
		250,00	60,00	(-)	(+)	Logros + Desvíos	META
Restricciones Objetivo	Meta 1	2	3	0,0	0,0	680,0	680
	Meta 2	2	3	0,0	80,0	600,0	600
	Meta 3	250	125	0,0	0,0	70000,0	70000
	Meta 4	1	0	0,0	50,0	200,0	200
	Meta 5	0	1	60,0	0,0	120,0	120

Función Objetivo :		Z = 0,00
Variables de Decisión	x_1	250,00
	x_2	60,00
Variables de Desvío	$d_1^{(-)}$	0,00
	$d_1^{(+)}$	0,00
	$d_2^{(-)}$	0,00
	$d_2^{(+)}$	80,00
	$d_3^{(-)}$	0,00
	$d_3^{(+)}$	0,00
	$d_4^{(-)}$	0,00
	$d_4^{(+)}$	50,00
	$d_5^{(-)}$	60,00
	$d_5^{(+)}$	0,00

Ejemplo 5 Inversión en una Cartera de Mutual Funds

Un asesor financiero ha sido contratado para aconsejar en la decisión de un cliente, sobre la mejor forma de invertir una herencia de US\$ 100.000 en 2 Mutual Funds Europeos.

Mutual Fund	Retorno Anual proyectado	Factor de Riesgo estimado
IE-Fund	0.08	10
GH-Fund	0.20	80

El Cliente prioriza consideraciones de seguridad y desearía una Cartera con un Factor de riesgo máximo de 25. Sin embargo, el Cliente quisiera asegurarse un ingreso anual adicional de US\$ 15000 y poder invertir al menos US\$ 25000 en el GH-Fund en el cual se espera un futuro crecimiento agresivo.

SE PIDE.

1. Mostrar Gráficamente la inconsistencia de los 3 objetivos.

Variables de Decisión:

X1 : monto invertido en el IE-Fund

X2 : monto invertido en el GH-Fund

Restricciones:

$X1 + X2 = 100.000$ (Total)

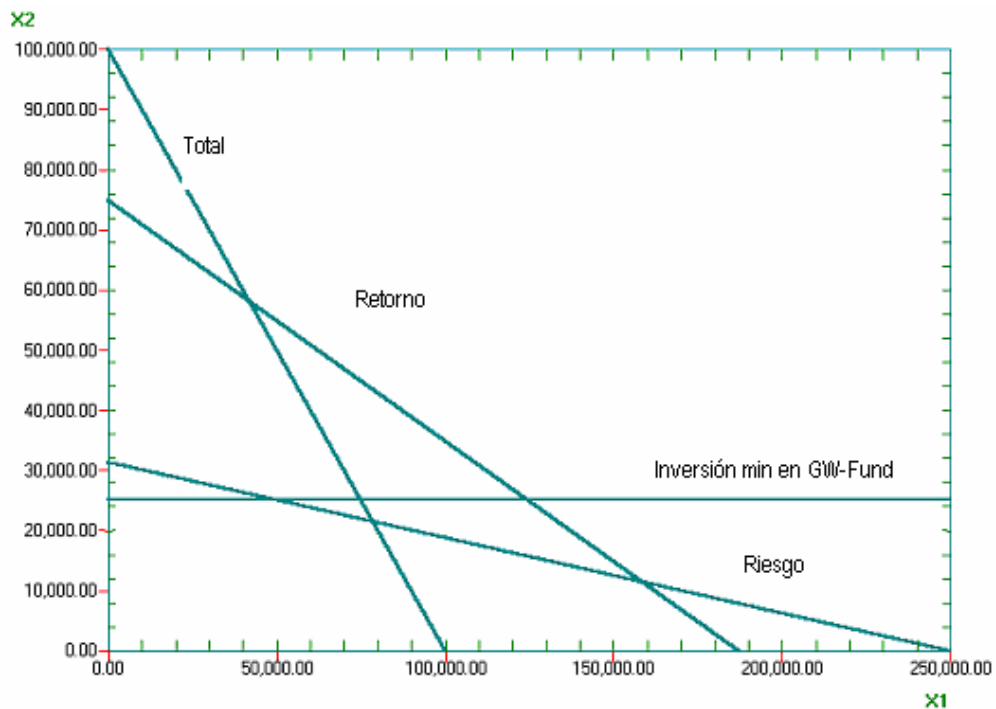
$X1, X2 \geq 0$ (No Negatividad)

Metas (Objetivos)

$10 X1 + 80 X2 \leq 2.500.000$ (Riesgo)

$8 X1 + 20 X2 \geq 1.500.000$ (Retorno esperado)

$X2 \geq 25.000$ (Inv. Mininima en los GW-Fund)



MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN
 Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

2. Determinar y Resolver un Modelo de Programación por Objetivo Secuencial con dos niveles de Prioridad

- P1 => Alcanzar la meta de un Factor de Riesgo máximo de 25
 P2 => Alcanzar un Retorno esperado de al menos US\$15.000
 Invertir al menos US\$25.000 en el GH-Fund

En términos de dólares, el no cumplimiento del Retorno mínimo de US\$15000 es ponderado 5 veces más que el no cumplimiento de la inversión de los US\$25000 en el GH-Fund.

Sea d_i^- el desvío hacia bajo en términos de la Meta i
 d_i^+ el desvío hacia arriba en términos de la Meta i

Las restricciones de tipo Objetivo pueden ser rescritas de la siguiente forma:

Prioridad 1

$$10 X_1 + 80 X_2 + d_1^- - d_1^+ = 2.500.000 \quad (\text{Riesgo})$$

Prioridad 2

$$8 X_1 + 20 X_2 + d_2^- - d_2^+ = 1.500.000 \quad (\text{Retorno esperado})$$

$$X_2 + d_3^- - d_3^+ = 25.000 \quad (\text{Inv. Mínima en los GW-Fund})$$

Todos los $X_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0$ para $j=1, 2$ y $i=1,2,3$

La resolución de este PPO supone resolver secuencialmente los 2 PL siguientes :

Prioridad 1.

$\min Z = d_1^+$	
s.r	
$10 X_1 + 80 X_2 + d_1^- - d_1^+ = 2.500.000$	(Riesgo)
$8 X_1 + 20 X_2 + d_2^- - d_2^+ = 1.500.000$	(Retorno esperado)
$X_2 + d_3^- - d_3^+ = 25.000$	(Inv. Mín. en GW-Fund)
$X_1 + X_2 = 100.000$	(Total)
Todos los $X_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0$ para $j=1, 2$ y $i=1,2,3$	

MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN
Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

			Variables de Decisión		Variables de Desviación			
			x1	x2				
			78.571	21.429				
					(-)	(+)	Logros + Desvíos	META
Restricciones Objetivo	P1	Meta 1	10	80	0	0	2.500.000	2.500.000
	P2	Meta 2	8	20	442.857	0	1.500.000	1.500.000
		Meta 3	0	1	3.571	0	25.000	25.000
Restricción PL			1	1			100.000	100.000

Función Objetivo :		Z =	0
Variables de Decisión		x ₁	78.571
		x ₂	21.429
Variables de Desvío		d ₁ ⁽⁻⁾	0
		d ₁ ⁽⁺⁾	0
		d ₂ ⁽⁻⁾	442.857
		d ₂ ⁽⁺⁾	0
		d ₃ ⁽⁻⁾	3.571
		d ₃ ⁽⁺⁾	0

Prioridad 2.

$$\min Z = 5 d_2^- + 1 d_3^-$$

s.r

$$10 X_1 + 80 X_2 + d_1^- - d_1^+ = 2.500.000 \quad (\text{Riesgo})$$

$$8 X_1 + 20 X_2 + d_2^- - d_2^+ = 1.500.000 \quad (\text{Retorno esperado})$$

$$X_2 + d_3^- - d_3^+ = 25.000 \quad (\text{Inv. Mín. en GW-Fund})$$

$$X_1 + X_2 = 100.000 \quad (\text{Total})$$

$$d_1^+ = 0 \quad (\text{PRIORIDAD 1})$$

Todos los $X_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0$ para $j=1, 2$ y $i=1,2,3$

			Variables de Decisión		Variables de Desviación			
			x1	x2				
			78.571	21.429				
					(-)	(+)	Logros + Desvíos	META
Restricciones Objetivo	P1	Meta 1	10	80	0	0	2.500.000	2.500.000
	P2	Meta 2	8	20	442.857	0	1.500.000	1.500.000
		Meta 3	0	1	3.571	0	25.000	25.000
Restricción PL			1	1			100.000	100.000
							0	0

Función Objetivo :		Z =	446.429
Variables de Decisión		x ₁	78.571
		x ₂	21.429
Variables de Desvío		d ₁ ⁽⁻⁾	0
		d ₁ ⁽⁺⁾	0
		d ₂ ⁽⁻⁾	442.857
		d ₂ ⁽⁺⁾	0
		d ₃ ⁽⁻⁾	3.571
		d ₃ ⁽⁺⁾	0

MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN
Material de Apoyo – Programación Por Objetivos

Comentarios finales.

A nivel del 2º PL correspondiente al nivel de Prioridad 2 se incluye una Restricción “ordinaria” de PL que surge del 1º PL correspondiente al nivel de Prioridad 1 : $d_1^+ = 0$. La idea es que las Metas de prioridad deben ser alcanzadas sin sacrificar los logros obtenidos a nivel de las metas de Prioridad 1.

En la Solución la Función objetivo alcanza su mínimo a nivel del número 2217857, y la Cartera óptima que mejor permite satisfacer las metas de Prioridad 1 y 2 es la asignación de US\$ 78.571 en IE-Funds y US\$ 21.429 en GH-Funds.

META	Cumplida?	Objetivo a cumplir	Desvío “hacia abajo”	Desvío “hacia arriba”	Logros
Factor RIESGO	SI	2.500.000	0	0	2.500.000
Retorno Esperado	NO	US\$ 15.000	US\$ 4.429	0	US\$ 10.571
Inv. Mínima GW-Fund	NO	US\$ 25.000	US\$ 3.571	0	US\$ 21.429

PROGRAMACION POR OBJETIVOS

AFIRMACIONES DE TIPO VERDADERO-FALSO JUSTIFICAR

1. Si en el Óptimo una Restricción de Objetivo no puede alcanzarse (satisfacer la restricción con exactitud) entonces la variable de desvío asociada tiene que ser positiva y esa restricción estará activa.

VERDADERO. Justificar.....
2. En la Programación por Objetivos no se permite que ninguna Restricción Ordinaria (restricción estricta) pueda ser violada.

VERDADERO. Justificar.....
3. Un modelo de Programación por Objetivos alcanza siempre un óptimo, incluso en aquellos problemas de Programación Lineal que no disponen de Región Factible.

FALSO. Justificar.....
4. Una forma de establecer prioridades entre los diferentes objetivos de un Problema consiste en aplicar ponderaciones a las variables de desvío de las Restricciones de Objetivo.

VERDADERO. Justificar.....
5. Las Variables de Desvío representan las Variables de Holguras de las Restricciones de Objetivo.

FALSO. Justificar.....
6. En un problema de Programación por Objetivos Secuencial es posible encontrarse con una variable de desvío d_j positiva en el 2º Nivel y nula en el 3º Nivel.

FALSO. Justificar.....