

# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **Tema 1. INTRODUCCIÓN.**

### **Definición:**

**La Investigación de Operaciones comprende un conjunto de técnicas, procedimientos, algoritmos y métodos que se utilizan para determinar el mejor curso o solución de un problema de decisión, cuando se tiene la limitación o restricción de recursos limitados.**

### **Temas a Estudiar:**

#### **Programación Lineal:**

**Formulación de Modelos.**

**Método Gráfico.**

**Método Simplex.**

**Análisis de Sensibilidad.**

#### **Modelos de Transporte.**

#### **Modelo de Línea de Espera.**

**Modelos de Cola.**

**Simulación.**

#### **Planificación de Proyectos.**

**Pert-CPM**

# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **Tema 1. INTRODUCCIÓN.**

### **Temas a Estudiar:**

#### **Modelos de Regresión Lineal:**

**Regresión Simple y Múltiple  
Series de Tiempo.**

**Alisado o suavizado de series.  
Pronostico.**

#### **Modelos de Inventario.**

# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **Tema 1. INTRODUCCIÓN.**

### **BIBLIOGRAFIA:**

- 1.- Taha, Hamdy. INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, Alfaomega.**
- 2.- Anderson, David y otros. INTRODUCCIÓN A LOS MODELOS CUANTITATIVOS PARA ADMINISTRACIÓN, Iberoamerica.**
- 3.- Wayne, Winston. INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, Iberoamerica.**
- 4.- Hillier, Frederick y Lieberman, Gerald. INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. McGraw Hill.**
- 4.- Mckeown, David. MODELOS CUANTITATIVOS PARA LA ADMINISTRACIÓN, Iberoamerica.**
- 5.- Coss, Raul. SIMULACIÓN, Limusa.**
- 6.- Thierauf, Robert y Grosse, Richard. INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, Limusa.**
- 7.- <http://e-economia.xp3.biz>**

# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **Tema 1. INTRODUCCIÓN.**

### **PROGRAMAS A UTILIZAR EN LA ASIGNATURA:**

- 1.- Openoffice Calc.**
- 2.- Macros o plantillas de Calc.**
- 3.- LPSolve.**
- 4.- Grafos**
- 4.- OpenProj.**
- 5.- R.**
- 6.- Gretel**

# **INVESTIGACION DE OPERACIONES: METODO DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES.**

## **Solución de Problemas:**

Para solucionar un problema se identifica una situación en la cual se desea hacer algo, pero se desconoce el curso de acción. Es también la identificación de diferencias entre un estado real y otro deseado. Luego se procede a realizar las acciones necesarias para encontrar el curso de acción o la eliminación de las diferencias.

## **Toma de decisiones:**

Implica una elección entre las alternativas o formas de resolver diferentes situaciones. Es la selección de un curso de acción entre varias opciones.

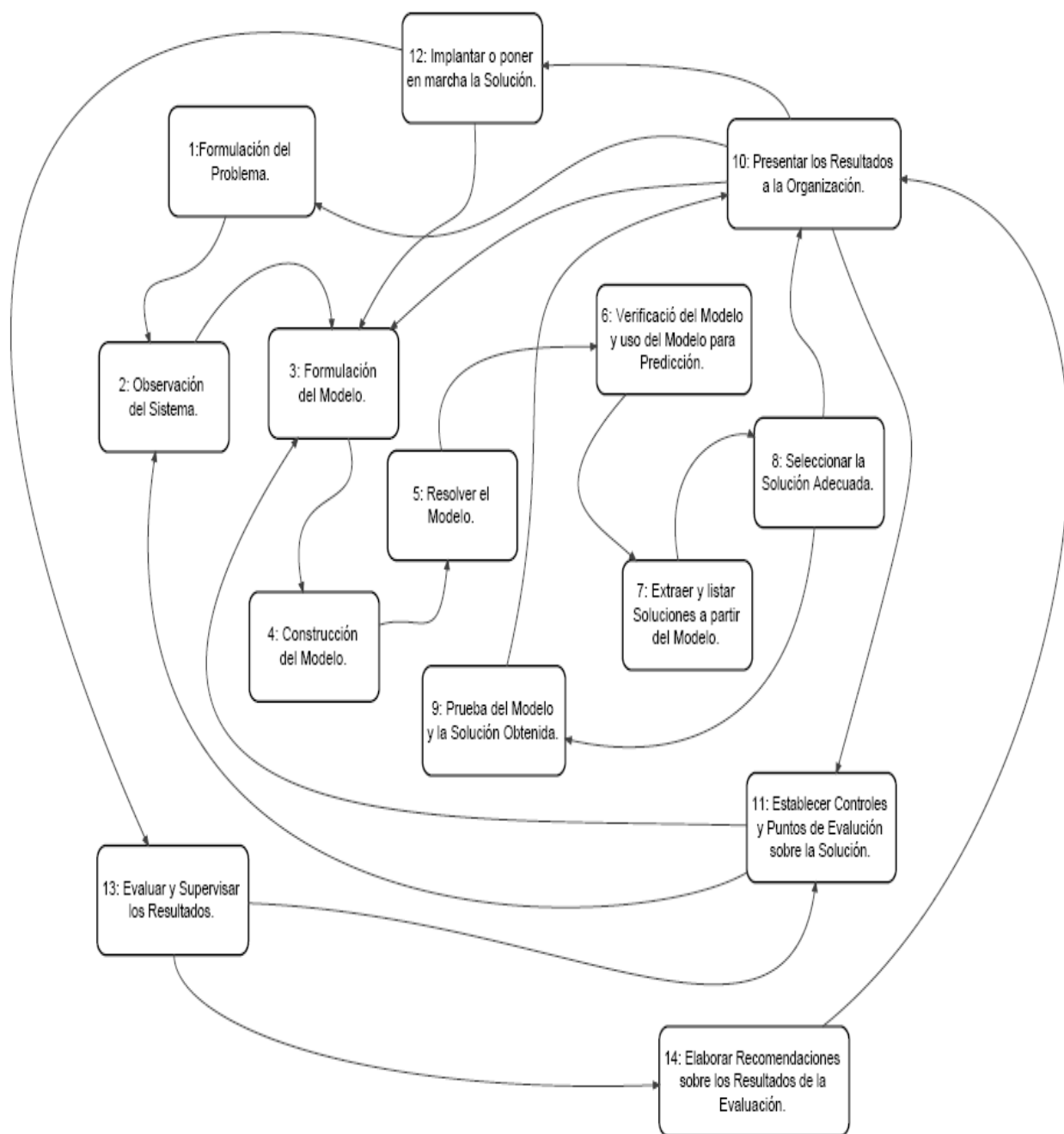
## **Problema de decisión de criterio único:**

Problema en el cual se busca la mejor solución mediante la utilización de un solo criterio.

## **Problema de decisión de criterios múltiples**

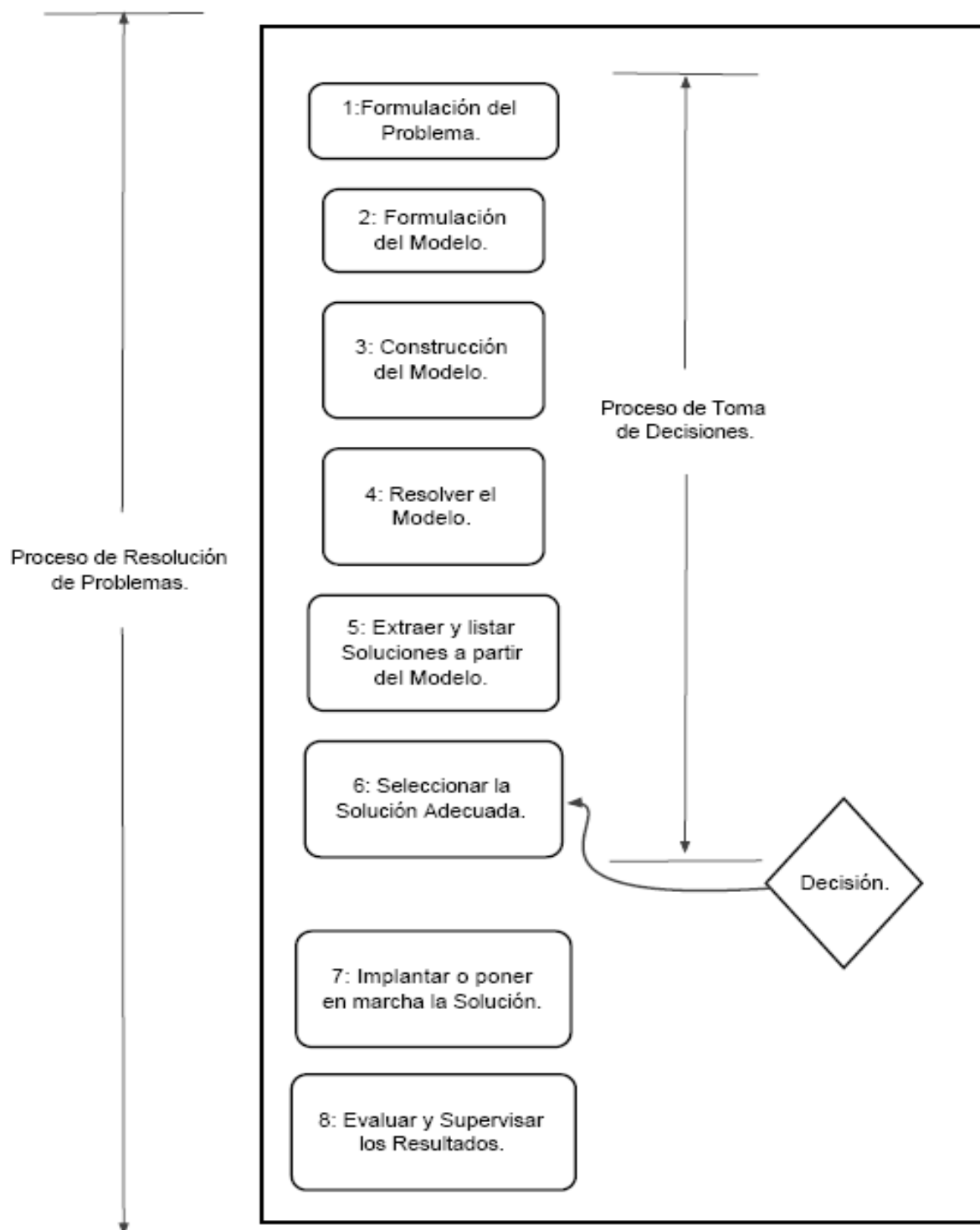
(implican más de un criterio): Problema en el cual se busca la mejor solución tomando en consideración todos los criterios involucrados.

# INVESTIGACION DE OPERACIONES: METODO DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES.



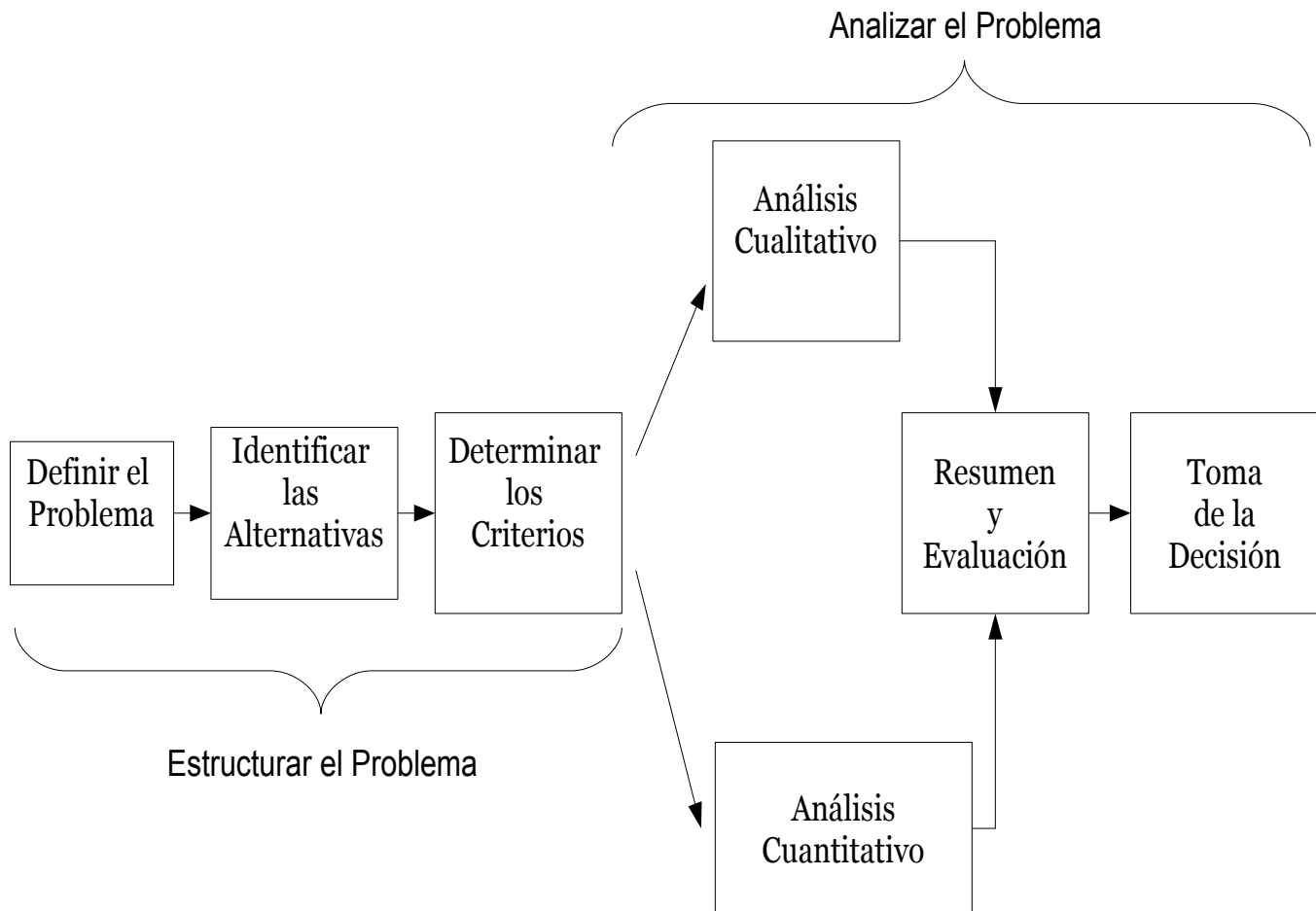
**PROCESOS O PASOS DEL MÉTODO QUE  
UTILIZA LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES**

# INVESTIGACION DE OPERACIONES: METODO DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES.



**RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y TOMA DE DECISIONES.**

# INVESTIGACION DE OPERACIONES: METODO DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES.



## FUNCIÓN DE LOS ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO:

### Cuantitativo:

- .- Problema complejo.
- .- Problema importante.
- .- Problema nuevo.
- .- Poca experiencia.
- .- Problema repetitivo.



# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **MODELOS**

### **Modelo:**

Es la representación de un objeto o situación que se desarrolla en la realidad. Es la abstracción de la realidad representándola de forma simplificada.

### **Modelo Analógico:**

Es un modelo con apariencia física distinta al original, pero con un comportamiento que representa lo que hace el original. Se establece una analogía entre el sistema real y el modelo, estudiándose el primero, utilizando como herramienta auxiliar el segundo.

Un ejemplo lo encontramos en las computadoras, que han servido como modelos materiales de las operaciones intelectuales del hombre.

### **Modelo Icónico:**

Es una reproducción a escala del objeto real y sus propiedades relevantes. El modelo muestra la misma figura, proporciones y características que el objeto original.

Por ejemplo, una maqueta.

# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **MODELOS**

### **Modelo Determinista:**

El modelo señala que las condiciones en las cuales se verifican ciertos fenómenos determinan el valor de ciertas variables observables.

Se conoce de manera puntual la forma del resultado ya que no hay incertidumbre. Además, los datos utilizados para alimentar el modelo son completamente conocidos y determinados

### **Modelo no Determinista Probabilístico o Estocástico:**

En este modelo las condiciones experimentales solo determinan el comportamiento probabilista o la distribución de probabilidad de los resultados observables. No se conoce el resultado esperado, sino su probabilidad y existe por tanto incertidumbre.

### **Modelo Matemático:**

Es la representación formal o simbólica mediante expresiones matemáticas de una situación real.

# **INVESTIGACION DE OPERACIONES: MODELOS**

## **Modelo Heurístico:**

Están relacionados con los términos hallar, inventar. Se basan en las explicaciones sobre las causas o mecanismos naturales que dan lugar al fenómeno estudiado.

## **Modelo empírico:**

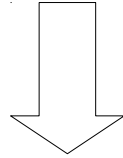
Son los relativos a la experiencia. Utilizan las observaciones directas o los resultados de experimentos del fenómeno estudiado.

## **Modelo de Simulación:**

Divide el sistema representándolo en módulos básicos o elementales, estos módulos después se enlazan entre si a través de relaciones lógicas (si, entonces). Partiendo del módulo de entrada, las operaciones de cálculo pasarán de un módulo a otro hasta obtener un resultado o salida.

# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **PROGRAMACIÓN LINEAL.**

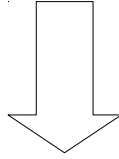


**Se entiende por programación lineal a un conjunto de técnicas de análisis y de solución de problemas con el objetivo de ayudar a los responsables de la toma de decisiones sobre asuntos en los que intervienen un gran número de variables.**

**La programación lineal no procede de la creación de programas de computador, sino de un término militar, programar, que significa realizar planes o propuestas de tiempo para el entrenamiento, la logística, etc.**

## **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

### **PROGRAMACIÓN LINEAL: Breve Historia.**



**Aunque parece ser que la programación lineal fue utilizada por G. Monge en 1776 y Joseph Fourier (1768-1830) estudió los sistemas lineales. Sin embargo Leonid. V. Kantoróvich es considerado uno de sus creadores, según la presentó en su libro Métodos matemáticos para la organización y la producción (1939) con el método matemático de la programación lineal, aplicable para maximizar la eficacia de variables económicas tales como la productividad, las materias primas y el trabajo. Kantoróvich recibió el premio Nobel de economía en 1975**

# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **PROGRAMACIÓN LINEAL**

### **Concepto de Modelo de Programación Lineal.**

Los modelo matemáticos que contienen una función objetivo y un conjunto de restricciones se les denomina Modelos de Programación Matemática. Si tanto la función objetivo como las restricciones son funciones lineales entonces entonces es un caso especial y se denomina Modelo de Programación Lineal.

### **Programación Lineal:**

Método o técnica que permite resolver problemas que implican la maximización o la minimización de una función objetivo lineal sujeta a unas limitaciones o restricciones lineales.

# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **PROGRAMACIÓN LINEAL**

### **Componentes de un Modelo de Programación Lineal.**

#### **Función Objetivo:**

Es una expresión matemática lineal que representa el objetivo del problema. Es la expresión que tendremos que maximizar o minimizar.

#### **Restricciones:**

Expresiones matemáticas, ecuaciones o inecuaciones de tipo lineal que representan las limitaciones del problema, la disponibilidad de los recursos, signo o alcance de los valores que toman las variables, consideraciones de mercado, etc.

## **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

### **FORMULACION DE UN MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL.**

**Para formular un problema de Programación Lineal, se debe tomar en cuenta lo siguiente:**

- Conocer bien el tema o problema que se está planteando.**
- Entender por completo el problema.**
- Plantear el problema de la forma más resumida o compacta posible, tomando en consideración lo siguiente:**
  - > Variables que se tienen en el tema. Entradas que se pueden controlar (variables de decisión).**
  - > Constantes o parámetros. Entradas no controlables o fijas.**
  - > Objetivo o meta (maximizar o minimizar).**
  - > Restricciones para que la solución sea factible.**



# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **FORMULACION DE UN MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL.**

### **Supuestos para un modelo de Programación Lineal:**

- 1.- Proporcionalidad:** El aporte del valor de cada variable de decisión es proporcional tanto para la cantidad de recursos que se utilizan como para la función objetivo.
- 2.- Aditividad:** Para todas las variables de decisión, es posible encontrar el valor de la función objetivo y de los recursos utilizados sumando la correspondiente contribución de cada variable.
- 3.- Divisibilidad:** Las variables de decisión son continuas y por tanto divisibles.

# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL**

### **Tipos de Solución:**

**Solución factible:** Una alternativa de decisión o solución que satisface todas las restricciones.

**Solución no factible:** Alternativa de decisión o solución que no satisface o infringe una o varias restricciones.

**Técnicas para resolver un Modelo de Programación Lineal.**

**Método Gráfico.**

**Método Simplex.**

# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **MÉTODO GRÁFICO**

**Es una alternativa de solución de modelos de Programación Lineal que únicamente contienen dos variables de decisión.**

**El conjunto de puntos factibles está ubicado en el primer cuadrante, y se determina como el conjunto representado por la intersección de las distintas regiones solución que se obtienen al graficar las inecuaciones expresadas en las restricciones del problema lineal.**

**Una propiedad importante de un modelo que admite solución, es que ésta se encontrará en el vértice o frontera del conjunto de puntos factibles. Es decir, luego de evaluar los distintos vértices, con la finalidad de elegir el mejor punto según sea el caso, maximizar o minimizar el valor de la función objetivo, la solución factible estará en uno de los vértices.**

# INVESTIGACION DE OPERACIONES:

## MÉTODO GRÁFICO

**El problema se representa por el sistema:**

$$\begin{aligned} \text{mín } Z &= \mathbf{cx} \\ \text{s.a. } \mathbf{Ax} &= \mathbf{b} \\ \mathbf{x} &\geq \mathbf{0} \end{aligned}$$

**Donde**

**x:** vector de orden  $n \times 1$  (variables de decisión)

**A:** matriz de orden  $m \times n$   
(de coeficientes tecnológicos)

**b:** vector columna de orden  $m \times 1$   
(de recursos)

**c:** vector fila de orden  $1 \times n$   
(de costos, precios, beneficios, etc.)

# INVESTIGACION DE OPERACIONES:

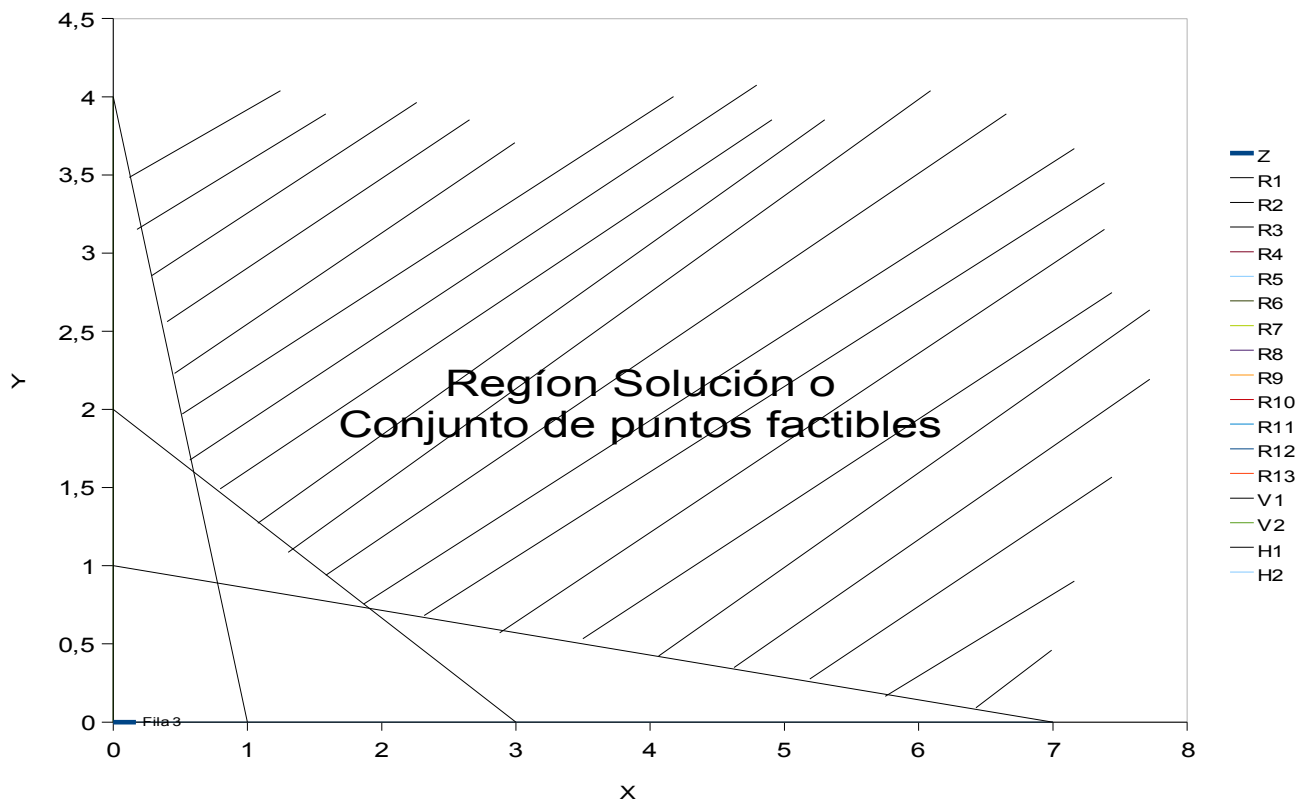
## MÉTODO GRÁFICO

### Programación Lineal en dos dimensiones.

Si el sistema  $Ax = b$  forma una región en el espacio bidimensional de soluciones factibles la función objetivo puede moverse en paralelo según distintos valores, hasta tocar el último punto de la región factible. El punto extremo es la solución óptima

#### PROGRAMACIÓN LINEAL

##### Método Gráfico

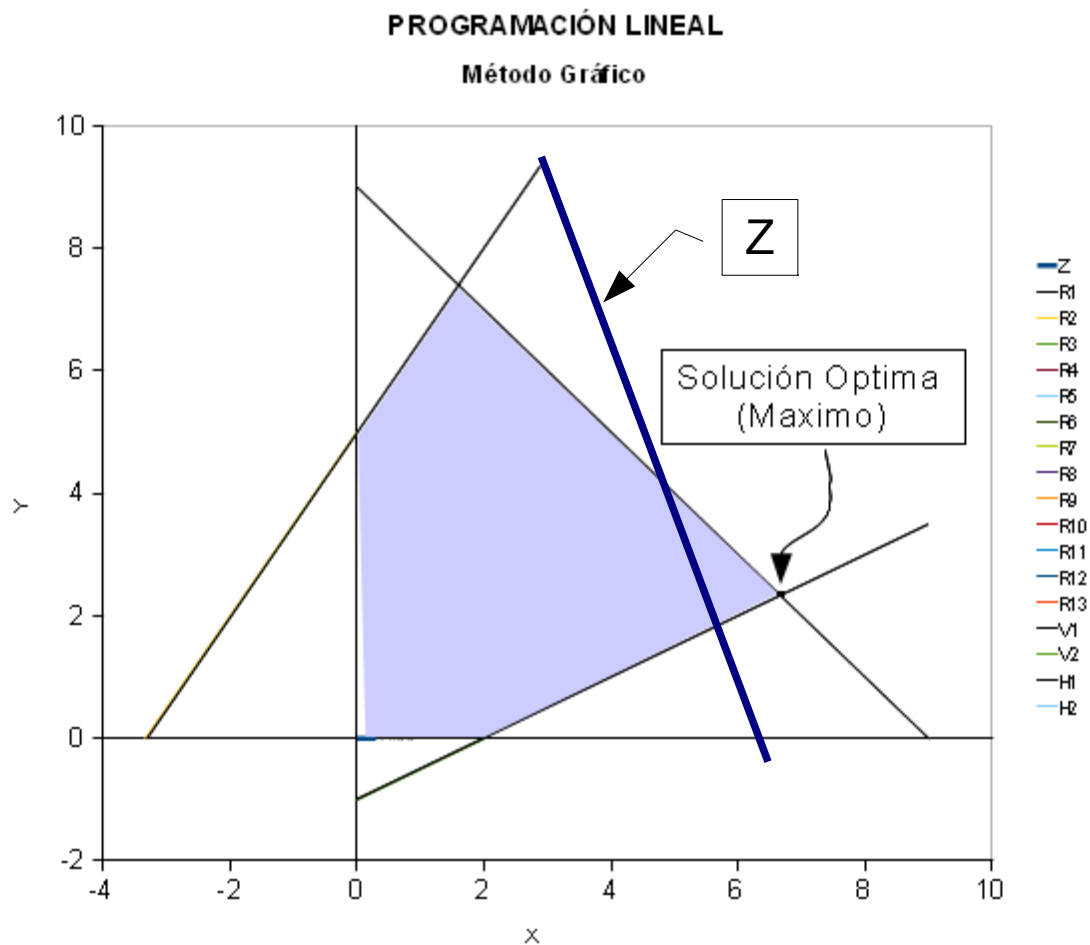


# INVESTIGACION DE OPERACIONES:

## MÉTODO GRÁFICO

### Modelo de programación lineal con solución óptima

$Ax = b$  Sistema único acotado  
solución  $X$  es única



# INVESTIGACION DE OPERACIONES:

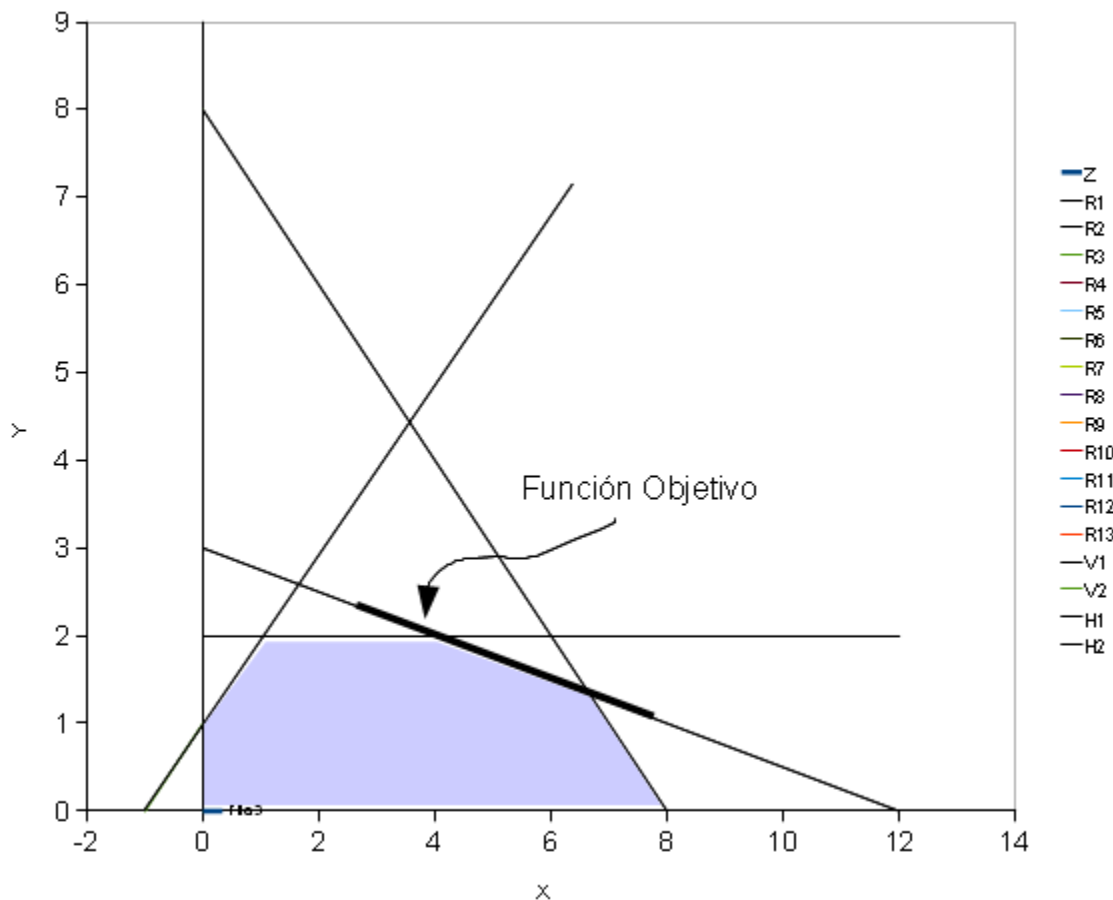
## MÉTODO GRÁFICO

### Modelo de programación lineal con múltiples soluciones óptimas

$Ax = b$  Sistema subdeterminado  
pueden existir muchos valores para  $X$

#### PROGRAMACIÓN LINEAL

##### Método Gráfico



# INVESTIGACION DE OPERACIONES:

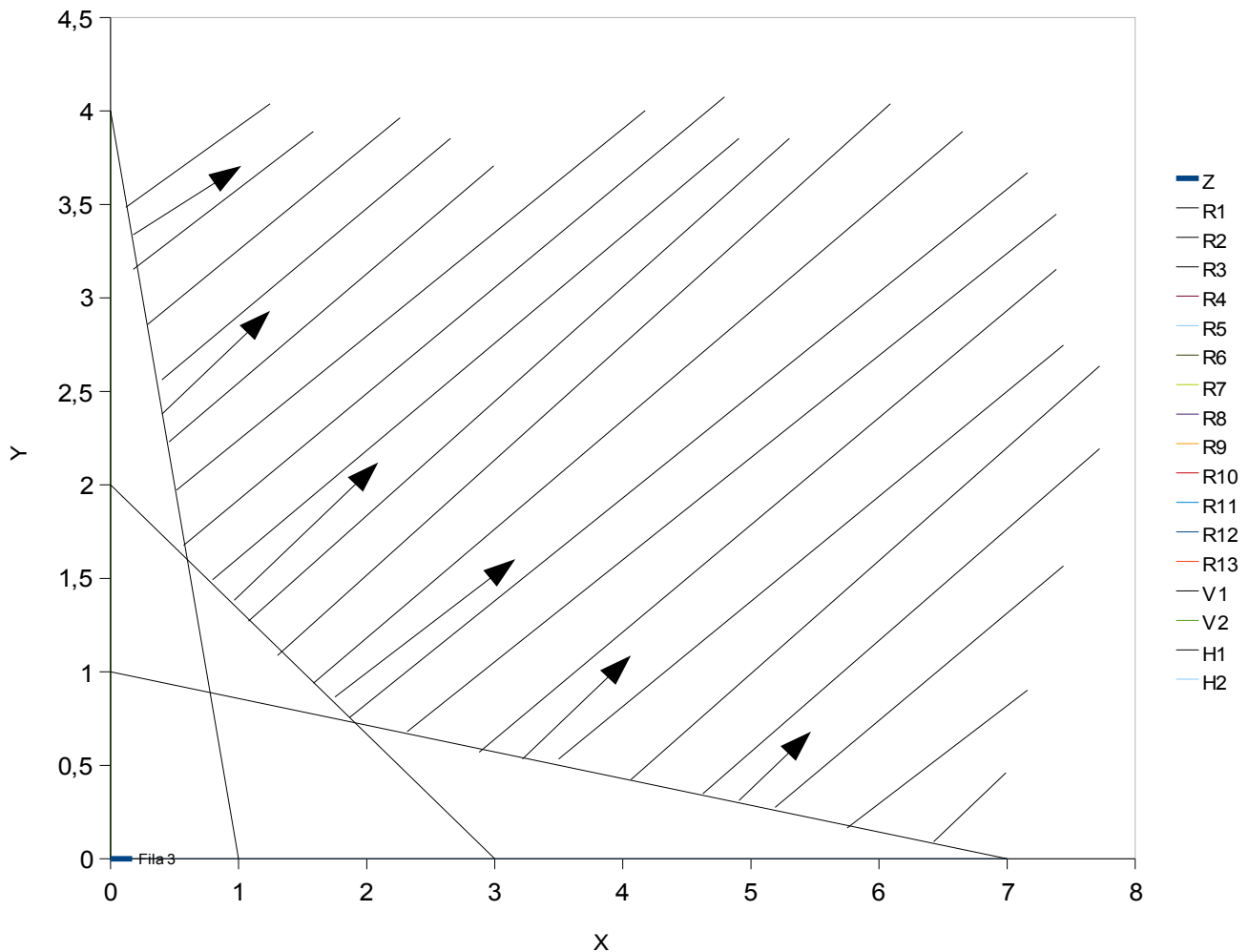
## MÉTODO GRÁFICO

### Modelo de programación lineal no acotado o limitado

$Ax = b$  Sistema no acotado  
no existen valores para X

#### PROGRAMACIÓN LINEAL

##### Método Gráfico



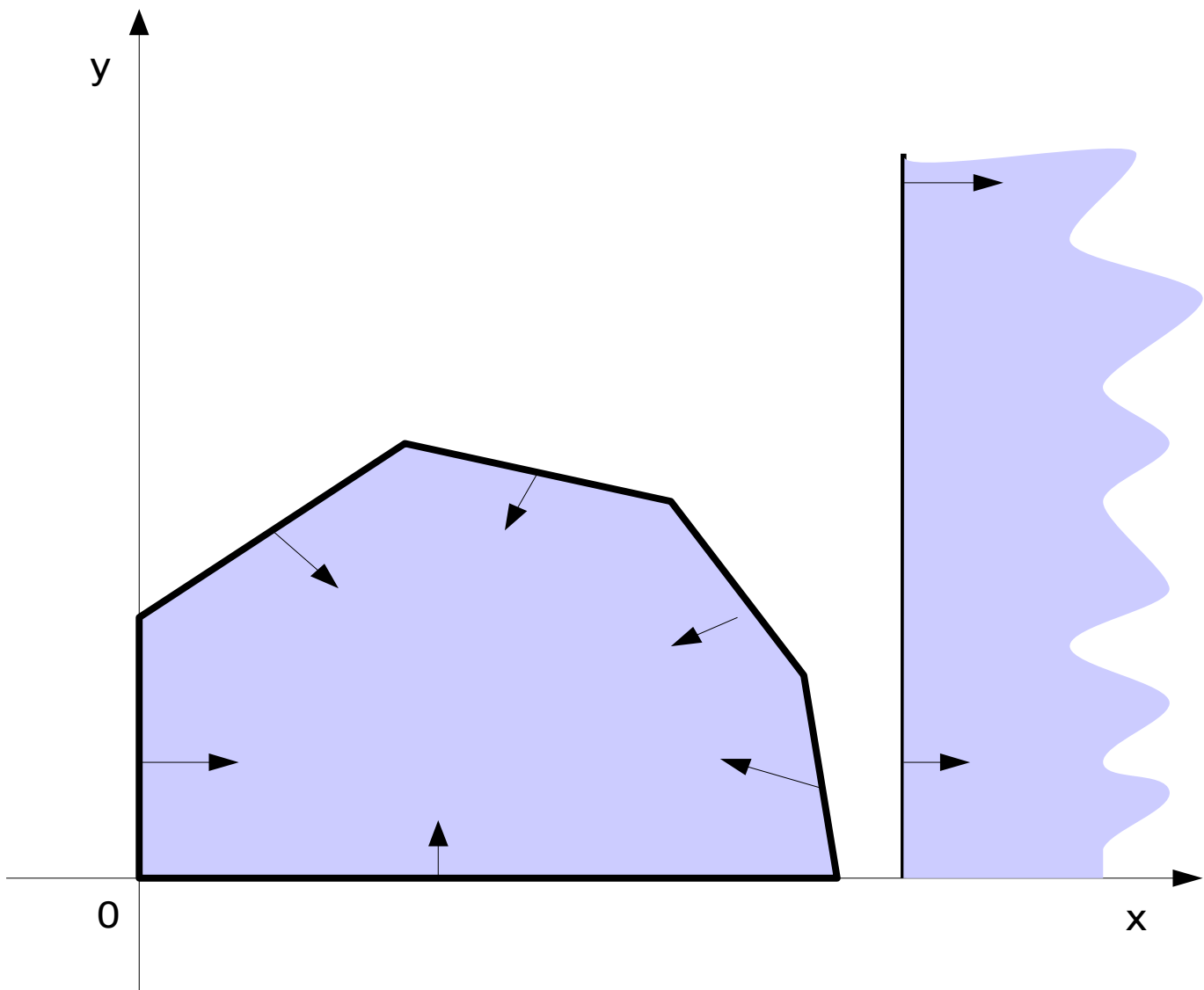


# INVESTIGACION DE OPERACIONES:

## MÉTODO GRÁFICO

### Modelo de programación infactible

$Ax = b$  Sistema infactible  
no existen valores para  $X$



# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **MÉTODO GRÁFICO**

### **Análisis de Sensibilidad:**

#### **1) Variación en los Coeficientes de la Función Objetivo:**

**Se busca el intervalo de variación para los coeficientes de la función objetivo (cada coeficiente se analiza por separado) que mantiene la actual Solución Óptima.**

**Si el lado izquierdo de las restricciones cuya intersección definen el punto óptimo (por ejemplo las restricciones 1 y 2) son:**

**Restricción 1:  $a_1x + b_1y$**

**Pendiente:  $m_1 = -a_1/b_1$**

**Restricción 2:  $a_2x + b_2y$**

**Pendiente:  $m_2 = -a_2/b_2$**

**Función objetivo:  $Z = c_1x + c_2y$**

**Pendiente:  $m_z = -c_1/c_2$**

# INVESTIGACION DE OPERACIONES:

## MÉTODO GRÁFICO

### Análisis de Sensibilidad:

Se mantiene la actual Solución Óptima si la pendiente de la función objetivo varía en el intervalo de las pendientes de las actuales restricciones activas. Esto es:

$$m_1 \leq m_z \leq m_2$$

$$\frac{-a_1}{b_1} \leq \frac{-c_1}{c_2} \leq \frac{-a_2}{b_2}$$

multiplicamos por -1

$$\frac{a_1}{b_1} \geq \frac{c_1}{c_2} \geq \frac{a_2}{b_2}$$

# INVESTIGACION DE OPERACIONES:

## MÉTODO GRÁFICO

### Análisis de Sensibilidad:

Si fijamos  $c_2$  a un valor  $k$  por ejemplo, obtenemos un intervalo de variación para  $c_1$

$$k \frac{a_1}{b_1} \geq c_1 \geq k \frac{a_2}{b_2}$$

Si fijamos  $c_1$  a un valor  $k$  por ejemplo, obtenemos un intervalo de variación para  $c_2$

$$k \frac{b_1}{a_1} \leq c_2 \leq k \frac{b_2}{a_2}$$

# INVESTIGACION DE OPERACIONES:

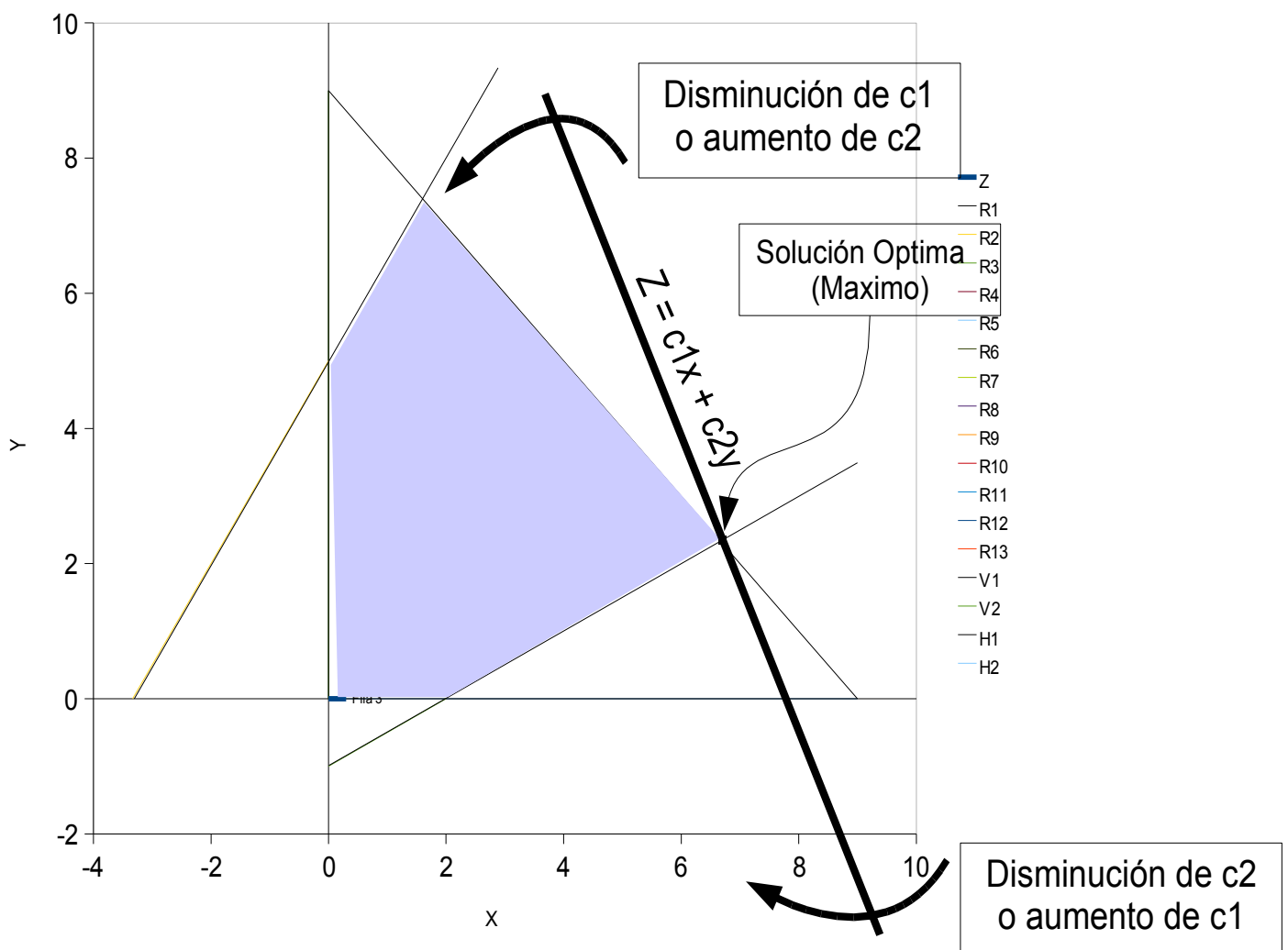
## MÉTODO GRÁFICO

### Análisis de Sensibilidad:

#### 1) Variación en los Coeficientes de la Función Objetivo:

#### PROGRAMACIÓN LINEAL

##### Método Gráfico



# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **MÉTODO GRÁFICO**

### **Análisis de Sensibilidad:**

**2) Variación en los lados derechos de las restricciones (cálculo del "precio sombra"):**

Mide el impacto que tiene en el valor óptimo una variación marginal del lado derecho de alguna de sus restricciones (tanto aumento o decrecimiento). Si se mantiene el resto constante es el precio sombra asociado a dicha restricción.

En forma equivalente frecuentemente se plantea esta inquietud como ¿Cuánto es lo máximo que se estaría dispuesto a pagar por unidad adicional del recurso asociado a la restricción?.

**Precio Sombra Restricción 1:** Primero se considera el desplazamiento paralelo de la Restricción 1 (tanto en el sentido de crecimiento o decrecimiento del lado derecho), de modo que la Solución Óptima se siga encontrando con las actuales restricciones activas .

# **INVESTIGACION DE OPERACIONES:**

## **MÉTODO GRÁFICO**

### **Análisis de Sensibilidad:**

**2) Variación en los lados derechos de las restricciones (cálculo del "precio sombra"):**

**En el caso que el lado derecho de la restricción sea un recurso, resulta lógico tener una disposición a pagar por unidad adicional en la medida que dicho recurso se este ocupando a máxima capacidad. En consecuencia, una restricción no activa tiene por definición un precio sombra igual a cero, ya que un aumento del lado derecho no aumentará el valor óptimo actual. Sin embargo, sólo en casos muy particulares podemos encontrar restricciones activas con precio sombra (o costo reducido) igual a cero, lo que es más la excepción que la regla.**

# INVESTIGACION DE OPERACIONES:

## MÉTODO GRÁFICO

### Análisis de Sensibilidad:

