

# Investigación Operativa

Álvaro García Tenorio <sup>1</sup>

24 de junio de 2017

<sup>1</sup>alvgar14@ucm.es



# Índice general

Prefacio	VI
<b>I Programación lineal</b>	<b>1</b>
<b>1. Fundamentos teóricos</b>	<b>3</b>
1.1. Planteamiento del problema . . . . .	3
1.1.1. Preliminares. Funciones lineales . . . . .	3
1.1.2. Forma estándar y formas canónicas . . . . .	3
1.2. Programación lineal y conjuntos convexos . . . . .	3
1.2.1. Conjuntos convexos. Definición y terminología . . . . .	3
1.2.2. Puntos extremos . . . . .	3
1.2.3. Direcciones extremas . . . . .	3
1.3. Teoremas fundamentales . . . . .	3
1.4. Algoritmo del Símplex . . . . .	3
1.4.1. Fundamentos teóricos . . . . .	3
1.4.2. Recapitulación . . . . .	3
1.5. Ejercicios . . . . .	3
<b>2. Algoritmo del Símplex</b>	<b>5</b>
2.1. Implementación del algoritmo del símplex . . . . .	5
2.2. Método de las dos fases . . . . .	5
2.3. Método de las penalizaciones . . . . .	5
2.4. Regla lexicográfica . . . . .	5
2.5. Regla de Bland . . . . .	5
<b>3. Dualidad</b>	<b>7</b>
3.1. Planteamiento del problema dual . . . . .	7
3.2. Relaciones de dualidad . . . . .	7
<b>II Programación entera</b>	<b>9</b>
<b>4. Modelización</b>	<b>11</b>
4.1. Modelización con variables binarias . . . . .	11
4.2. Restricciones disyuntivas . . . . .	11
4.3. Problemas con costes fijos . . . . .	11
<b>5. Ramificación y acotación</b>	<b>13</b>
<b>III Programación no lineal</b>	<b>15</b>
<b>IV Anexos</b>	<b>17</b>



# Prefacio

Estas notas son una transcripción (libremente adaptada) de las clases de la asignatura “*Investigación Operativa*”, impartidas por María Inés Sobrón Fernández en el curso 2016–2017 a los cursos de cuarto y tercero de los dobles grados de Matemáticas – Física e Ingeniería Informática – Matemáticas (respectivamente) en la facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).

Cualquier aportación o sugerencia de mejora es siempre bienvenida.

## Requisitos previos

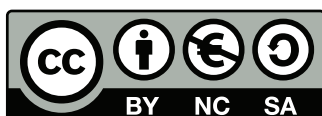
Para comprender estas notas en su totalidad es necesario tener soltura a la hora de trabajar con bases de espacios vectoriales de dimensión finita. También es bastante recomendable recordar algunos aspectos de cálculo diferencial en varias variables, no obstante, el texto es bastante autocontenido en ese aspecto.

## Agradecimientos

La existencia de estas notas es debida a la amabilidad de Clara Rodríguez Núñez, quien me cedió sus apuntes tomados durante el curso, en los cuales se basa el núcleo de este texto.

## Licencia

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.





**Parte I**

**Programación lineal**





# Capítulo 1

## Fundamentos teóricos

### 1.1. Planteamiento del problema

#### 1.1.1. Preliminares. Funciones lineales

#### 1.1.2. Forma estándar y formas canónicas

### 1.2. Programación lineal y conjuntos convexos

#### 1.2.1. Conjuntos convexos. Definición y terminología

#### 1.2.2. Puntos extremos

#### 1.2.3. Direcciones extremas

### 1.3. Teoremas fundamentales

### 1.4. Algoritmo del Símplex

#### 1.4.1. Fundamentos teóricos

#### 1.4.2. Recapitulación

### 1.5. Ejercicios resueltos

Ejercicio 1.1. contenidos...

Solución 1.1. contenidos...

□



## Capítulo 2

# Algoritmo del Símplex

- 2.1. Implementación del algoritmo del símplex
- 2.2. Método de las dos fases
- 2.3. Método de las penalizaciones
- 2.4. Regla lexicográfica
- 2.5. Regla de Bland



## Capítulo 3

# Dualidad

3.1. Planteamiento del problema dual

3.2. Relaciones de dualidad



**Parte II**

**Programación entera**





## Capítulo 4

# Modelización

- 4.1. Modelización con variables binarias
- 4.2. Restricciones disyuntivas
- 4.3. Problemas con costes fijos



## Capítulo 5

# Ramificación y acotación



## Parte III

# Programación no lineal



## Parte IV

## Anexos

