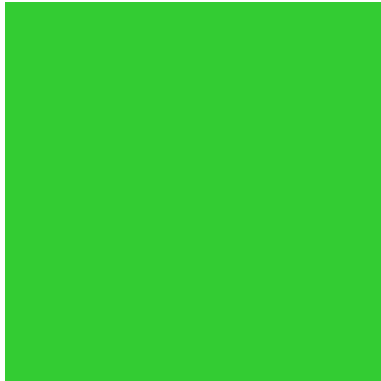


ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL  
Modalitat semipresencial



# MÈTODES QUANTITATIUS D'ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL I

Guia de l'assignatura



Escola Tècnica Superior d'Enginyeries  
Industrial i Aeronàutica de Terrassa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27852 Mètodes Quantitatius d'Organització Industrial I. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 16/07/07

Modificada en CAA de data 28/05/08

1

Crèdits: 4,5 (3 teoria + 1,5 pràctiques)

Crèdits ECTS: 3,6

Tipus: Troncal

Professors: VICENÇ FERNÁNDEZ ALARCÓN ([vicenc.fernandez@upc.edu](mailto:vicenc.fernandez@upc.edu))

JOSEP SIMÓ GUZMÁN ([pep.simo@upc.edu](mailto:pep.simo@upc.edu))

MERCÈ LÓPEZ DOMINGUEZ

JORDI FORTUNY SANTOS ([jordi.fortuny@upc.edu](mailto:jordi.fortuny@upc.edu))

Departament: Organització d'Empreses

## Presentació

Aquesta assignatura és la primera de les tres que el pla d'estudis d'Enginyeria en Organització Industrial reserva a l'ensenyament dels mètodes quantitius d'organització industrial.

Es tracta d'una assignatura troncal, que es cursa al primer quadrimestre de la carrera d'Enginyeria en Organització Industrial en modalitat semipresencial.

Aquesta assignatura és la primera d'una sèrie de tres, en les que es desenvolupen les possibilitats dels models quantitius per a conèixer el comportament de determinats subsistemes organitzatius. També es fan servir aquests models com a suport a la presa de decisions de manera que el sistema es comporti de forma òptima, o si més no satisfactòria.

L'assignatura consta de quatre mòduls o blocs d'estudi que són els següents:

- El mòdul I és una introducció als mètodes quantitius, on es mostren les relacions entre models, problemes i tècniques de resolució. A continuació, s'introdueixen les característiques de la programació lineal i l'obtenció de models basats en aquesta tècnica. També es fa una introducció a l'ús de programes informàtics per a resoldre models de programació lineal.
- El mòdul II tracta de l'anàlisi de sensibilitat dels resultats obtinguts enfront de variacions d'alguns paràmetres del model, així com d'alguns casos particulars de programació lineal, com el programa del transport.
- Finalment, el mòdul III introdueix la problemàtica de la programació lineal amb variables senceres i binàries. Poder usar aquest tipus de variables permet ampliar les possibilitats de modelització de situacions.
- El mòdul IV és una introducció a la teoria de grafs, i mostra les possibilitats d'aquests instruments per a la representació de determinades situacions i problemes. També s'introdueix l'aplicació d'algorismes per a resoldre problemes de camins i de fluxos.

## Coneixements previs

Els coneixements previs requerits per a cursar l'assignatura són les matemàtiques pròpies d'una carrera tècnica de primer cicle.

# ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27852 Mètodes Quantitatius d'Organització Industrial I. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 16/07/07

Modificada en CAA de data 28/05/08

2

## Camps professionals

Els camps professionals d'aplicació dels mètodes quantitatius en general són principalment tots els relacionats amb la gestió de la cadena de subministrament (compres, logística i producció). També són d'aplicació en altres àmbits de l'organització industrial, com la gestió del sistema financer.

## Relació amb altres assignatures

L'assignatura està relacionada amb d'altres de la carrera d'Enginyeria en Organització Industrial. Poden distingir-se dos conjunts d'assignatures diferents:

### ■ Les altres assignatures de mètodes quantitatius:

- Mètodes Quantitatius en Organització Industrial II, que s'imparteix el segon quadrimestre.
- Mètodes Quantitatius en Organització Industrial III, que s'imparteix el cinquè quadrimestre.

En aquestes dues assignatures es continua la línia iniciada a Mètodes Quantitatius d'Organització Industrial, amb la introducció d'altres tècniques d'investigació operativa, com la teoria de cues, la programació dinàmica, la teoria de decisió, etc.

### ■ Les assignatures d'organització de la producció:

- Gestió de Manteniment i Planificació de la Producció, que s'imparteix el quart quadrimestre.
- Disseny, Planificació i Gestió de Sistemes Productius i Logístics, que s'imparteix el tercer quadrimestre.

En aquestes dues assignatures s'imparteixen els continguts de direcció de la producció, pel que fa als aspectes tàctics a la primera, i als estratègics a la segona. L'àmbit de la producció és on s'apliquen preferentment les tècniques de modelització matemàtica pròpies dels mètodes quantitatius.

El conjunt d'assignatures de mètodes quantitatius també té relació amb d'altres assignatures de la carrera en les quals pot intervenir la modelització matemàtica, encara que amb menys intensitat:

- Direcció Financera, que s'imparteix al quart quadrimestre.
- Projectes, que s'imparteix al cinquè quadrimestre.

## Objectius generals

L'assignatura compta amb quatre objectius generals, que es detallen a continuació. Aquests quatre objectius, juntament amb altres consideracions, justifiquen la divisió de l'assignatura en quatre mòduls:

Introduir a l'alumne a la problemàtica i les possibilitats dels mètodes quantitatius d'organització industrial. Capacitar a l'alumne per a obtenir un model d'una situació senzilla del context de l'organització industrial basat en la programació lineal, resoldre aquest model mitjançant un programa informàtic i interpretar els resultats.

Capacitar a l'alumne per a obtenir models de situacions de complexitat mitjana basats en la programació lineal, així com resoldre el model resultant amb un programa informàtic,

# ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27852 Mètodes Quantitatius d'Organització Industrial I. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 16/07/07

Modificada en CAA de data 28/05/08

3

interpretar els resultats en termes del model i fer una anàlisi de sensibilitat del resultat obtingut per als paràmetres del model. També es desitja que l'alumne conegui i apliqui determinats models de programació lineal, com el problema del transport.

Introduir a l'alumne a la problemàtica i possibilitats de la programació lineal amb variables senceres. Capacitar-ho per a obtenir models de situacions de l'organització industrial basats en la programació sencera, amb especial atenció a les possibilitats de les variables binàries.

Introduir conceptes elementals de teoria de grafs, així com les possibilitats dels grafs per a obtenir models de problemes propis de l'organització industrial. Capacitar a l'alumne per a obtenir models de situacions que es poden reduir a problemes de camins o fluxos en grafs, i donar elements per a resoldre aquest tipus de problemes.

## Temari

A efectes de l'avaluació i el seguiment de l'assignatura, els continguts s'han dividit en set temes, repartits en quatre mòduls:

MÒDUL I	Introducció als mètodes quantitatius. Programació lineal.
MÒDUL II	Dualitat i sensibilitat. El problema del transport.
MÒDUL III	Programació sencera. Modelització avançada en programació lineal.
MÒDUL IV	Teoria de grafs.

### 1. INTRODUCCIÓ ALS MÈTODES QUANTITATIUS

Presentació de l'assignatura.  
Introducció a la investigació operativa.  
Modelització matemàtica.  
Tècniques de resolució de models matemàtics.

### 2. LA PROGRAMACIÓ LINEAL

Programació matemàtica: tipus de programes matemàtics.  
Programació lineal, sencera i mixta.  
Programació lineal: model general i hipòtesis implícites.

# ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27852 Mètodes Quantitatius d'Organització Industrial I. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 16/07/07

Modificada en CAA de data 28/05/08

4

Solució gràfica de la programació lineal.

Variables de folgança i d'excés, base d'un programa lineal, expressió analítica d'un problema lineal.

Solució analítica: algorisme simplex.

Solució amb programes informàtics.

## 3. DUALITAT I SENSIBILITAT

Programa dual d'un programa lineal.

Obtenció del dual d'un programa lineal: teorema de la folgança complementària.

Interpretació geomètrica d'un programa lineal: concepte de preu ombra.

Algorisme simplex dual.

Concepte d'anàlisi de sensibilitat.

Sensibilitat del programa lineal enfront de variacions dels seus paràmetres: coeficients de cost i termes independents de les restriccions.

Modelització amb programació lineal.

## 4. PROBLEMA DEL TRANSPORT

Problema del transport: definició i aplicació.

Determinació d'una solució inicial i determinació de l'òptim.

Modelització amb el problema del transport.

## 5. PROGRAMACIÓ SENCERA.

Programació sencera i programació mixta: variables reals, senceres i binàries.

La resolució d'un problema de programació sencera: el mètode del *branch and bound*.

Modelització amb variables binàries.

## 6. MODELITZACIÓ AVANÇADA EN PROGRAMACIÓ LINEAL

Estratègia per a modelitzar situacions mitjançant programació lineal.

Resolució de models complexos amb software de mètodes quantitatius.

Problemes prototipus.

## 7. TEORIA DE GRAFS.

Introducció i nomenclatura.

Representació d'un graf.

Problema de l'arbre parcial mínim: algorisme de Prim.

Problema del camí més curt: algorismes de Dijkstra i Bellman–Kallaba.

Problema del flux màxim: algorisme de Ford–Fulkerson.

## Objectius específics dels mòduls

### ■ Mòdul 1

- Conèixer les característiques, àmbit d'aplicació i limitacions dels models de programació lineal.

- Conèixer els mètodes de solució de la programació lineal, especialment la solució gràfica i l'aplicació de programes informàtics.

# ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27852 Mètodes Quantitatius d'Organització Industrial I. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 16/07/07

Modificada en CAA de data 28/05/08

5

- Saber modelitzar situacions senzilles pròpies de l'àmbit organitzatiu mitjançant programació lineal, resoldre el programa resultant amb una aplicació informàtica i interpretar la solució obtinguda en termes del problema original.

## ■ Mòdul 2

- Conèixer els fonaments de la dualitat en programació lineal: saber obtenir el dual d'un programa lineal, i interpretar correctament el sentit de les variables duals.
- A partir de la solució gràfica de la programació lineal, saber identificar com pot afectar a la solució òptima i al valor de la funció objectiu variacions dels paràmetres de la programació lineal, especialment els coeficients de cost i els termes independents: o sigui, conèixer els fonaments de l'anàlisi de sensibilitat en programació lineal.
- Saber interpretar correctament els resultats de l'anàlisi de sensibilitat obtinguts mitjançant l'ús d'un programa informàtic.
- Saber modelitzar situacions pròpies de l'àmbit organitzatiu mitjançant programació lineal, resoldre el programa resultant amb una aplicació informàtica i interpretar la solució obtinguda en termes del problema original. Així mateix, aprofundir en el coneixement del comportament de l'esmentat sistema mitjançant l'anàlisi de sensibilitat.
- Conèixer les característiques específiques del problema del transport i la seva potencialitat per a obtenir models de determinades situacions. Conèixer alguns procediments específics per a obtenir la solució d'un problema del transport.

## ■ Mòdul 3

- Conèixer la problemàtica de la resolució de la programació lineal sencera i mixta, mitjançant procediments de ramificació i afitament, i les implicacions per a la solució d'aquest tipus de problemes en suport informàtic.
- Saber usar les variables senceres i binàries en programació lineal per a representar comportaments en principi no lineals.
- Saber obtenir models de situacions poc estructurades, pròpies de l'àmbit organitzatiu mitjançant programació lineal o programació lineal sencera i mixta. Saber resoldre el programa resultant amb una aplicació informàtica i interpretar la solució obtinguda en termes del problema original.

## ■ Mòdul 4

- Obtenir coneixements elementals de teories de grafs, i de les seves possibilitats per a representar determinades situacions pròpies de l'organització industrial.
- Identificar les situacions que poden reduir-se a problemes de camins en un grafo o problemes de fluxos en una xarxa de transport.
- Saber resoldre problemes de camins i problemes de fluxos usant procediments específics de la teoria de grafs.

# ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27852 Mètodes Quantitatius d'Organització Industrial I. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 16/07/07

Modificada en CAA de data 28/05/08

6

## Sessions presencials

Les sessions presencials de l'assignatura són de tres tipus:

### ■ Presentació

Té lloc el primer dia de classe, i consisteix en la presentació resumida dels continguts de la guia de l'estudiant i dels continguts de l'assignatura.

### ■ Sessions de problemes

Les sessions de problemes consisteixen a resoldre exercicis del mòdul, esperant una actitud participativa per part de l'estudiant. En aquest sentit, el professorat pot optar per anunciar els problemes prèviament, de manera que l'estudiant pugui preparar-se'ls abans d'anar a classe, o bé enunciar el problema en el moment i fer que els alumnes s'enfrontin, treballant en grup, a la resolució d'aquest.

### ■ Sessions d'avaluació

En les dates establertes en el calendari de l'assignatura, es procedirà a la celebració de les dues proves parcials. Si l'alumne no pot assistir a la sessió d'avaluació, podrà recuperar-la el dia de l'examen final.

## Materials

### Llibre de l'assignatura

Els continguts teòrics de l'assignatura, i alguns exercicis proposats, es troben en el llibre:

Sallán Leyes, José M<sup>a</sup>; Suñé Torrents, Albert, Fernández, Alarcón, Vicenç, Fonollosa Guardiet, Joan B. *Métodos Cuantitativos de Organización Industrial I*. Edicions UPC (2006).

### Exercicis

En la secció de la intranet dedicada a la documentació, poden trobar-se sèries de problemes pels temes 2, 3, 4, 5, 6 i 7. Cadascuna d'elles constitueix un arxiu PDF.

Els exercicis que poden trobar-se en aquestes sèries són fonamentalment de modelització: consisteixen en la descripció, més o menys estructurada, d'una situació, més o menys complexa, de l'organització industrial, de la qual és possible obtenir un model de programació lineal o de grafs. En el capítol 6 del llibre *Modelització avançada en programació lineal* poden trobar-se alguns exercicis resolts d'aquest tipus.

### Programes informàtics

El seguiment de l'assignatura, tal com s'ha plantejat, requereix l'ús d'un programa informàtic capaç de resoldre models de programació lineal i programació lineal sencera i mixta. Existeixen diversos programes en el mercat, dels quals poden aconseguir-se versions gratuïtes de demostració (que

# ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27852 Mètodes Quantitatius d'Organització Industrial I. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 16/07/07

Modificada en CAA de data 28/05/08

7

tenen limitades el nombre de variables i restriccions que poden usar-se). De les diverses opcions existents, s'ha escollit el programa LINDO com programa estàndard de l'assignatura per a programació lineal. En la secció de *documentació* de la intranet de l'assignatura, en la secció *programes* informàtics, pot trobar-se l'executable que permet instal·lar LINDO. En la mateixa secció, pot trobar-se el programa STORM. Es tracta d'un programa en MS-DOS que permet resoldre models de programació lineal, encara que l'entrada de dades és una mica més enutjosa. La seva principal utilitat aquí és la seva utilitat de grafs.

## Pràctiques

Durant el curs es proposaran pràctiques, a resoldre per l'alumne (o alumnes, si són en grup) en les condicions que es detallaran en el propi enunciat. Aquestes pràctiques formen part de l'avaluació de l'assignatura, i tenen com objectiu que l'alumne pugui valorar el seu aprenentatge dels continguts de cadascun dels mòduls abans dels exàmens parcials.

## Consultes

Sempre que es desitgi, l'alumne pot realitzar consultes als professors de l'assignatura a través d'ATENEA. No existeixen restriccions sobre els continguts de les consultes, encara que són de rebut les consideracions següents:

- Abans de realitzar consultes sobre aspectes relatius a la marxa de l'assignatura, es recomana la lectura de la present guia d'estudi.
- El professorat es reserva el dret a tancar el període de consultes 48 hores abans d'un examen, sigui parcial o final.
- Si existeixen dubtes sobre textos de la documentació, és útil indicar el document i la pàgina on es troba el dubte.
- Si la consulta és relativament extensa, és aconsellable desenvolupar-la en un arxiu en WORD o EXCEL, i aquest per la intranet. D'aquesta manera, es facilita que el professor respongui sobre el mateix arxiu.

## Bibliografia bàsica

A més de la documentació de l'assignatura, poden consultar-se textos introductoris a la investigació operativa. Un manual d'àmplia difusió i de fàcil accés és:

Hillier, Frederick S; Lieberman, Gerald J. *Introducción a la investigación de operaciones*. McGraw-Hill (1997)

Els continguts de l'assignatura es troben en els temes 3 a 8 (programació lineal) i 12 (programació sencera) i 9 (teoria de grafs).

Com s'ha dit anteriorment, existeixen altres manuals que també poden ser d'utilitat. Si l'alumne desitja usar algun altre, pot consultar al professorat per a la correspondència entre els continguts de l'assignatura i els del manual.

## Avaluació

Per a aquesta assignatura s'han plantejat dos elements d'avaluació durant el curs:

# ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat semipresencial

27852 Mètodes Quantitatius d'Organització Industrial I. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 16/07/07

Modificada en CAA de data 28/05/08

8

- Dos exàmens parcials, les dates dels quals s'indiquen en el calendari de l'assignatura.
- Un conjunt de pràctiques, les dates de lliurament s'indiquen també en el calendari.

## Exàmens parcials

El primer dels exàmens parcials avaluarà el compliment dels objectius dels mòduls I i II de l'assignatura. El segon realitzarà la mateixa funció per als mòduls III i IV. Quant al seu desenvolupament, poden avançar-se les consideracions següents:

- Les proves parcials tenen una durada màxima de 1 hora i 45 minuts, i en principi estaran compostes de dos o més exercicis.
- Dies després d'haver-se realitzat, es publicarà en ATENEA la solució de les proves.
- Una vegada publicada la solució, s'obrirà, en els termes que s'estableixin, el procés de revisió de qualificacions.
- En el cas de no poder assistir a un parcial, l'alumne haurà de recuperar la nota el dia de l'examen final.

## Pràctiques

Durant el curs, es proposaran pràctiques sobre els continguts del mòduls. Aquestes pràctiques poden consistir en una sèrie d'exercicis, dels quals cada alumne haurà de lliurar un.

Les pràctiques es lliuraran, sempre en suport paper, no més tard de la data indicada en el calendari de l'assignatura. Com a norma general, es lliuraran en la sessió presencial establerta.

En general, els exercicis proposats en les pràctiques poden ser de dificultat superior a la dels exercicis de les avaluacions (especialment les dels mòduls II i III).

Cada pràctica, si no s'indica el contrari, estarà dividida en dues parts:

- Memòria, on s'indica la solució al problema, en termes comprensibles per algú familiaritzat amb la situació descrita, encara que no necessàriament amb coneixements de mètodes quantitatius.
- Annex tècnic, on es descriuran les tècniques de mètodes quantitatius utilitzades, així com el procés seguit per a l'obtenció de la solució.

## Obtenció de la nota de l'avaluació per curs

En la nota de l'avaluació per curs, els parcials tindran un pes del 80% i les pràctiques del 20%, segons la següent expressió:

$$\text{NOTA} = 0,4 \cdot \text{PARC1} + 0,4 \cdot \text{PARC2} + 0,20 \text{ (NOTA MITJANA DE LES PRÀCTIQUES)}$$

El contingut i temps de realització de les proves de l'examen final seran les mateixes que per a l'examen parcial. La data de realització ve determinada pel centre, i pot trobar-se en el calendari de l'assignatura.