

Modelli di programmazione lineare in azienda

libro completo: www.lulu.com/content/1970938

dal 1968 ad oggi
40 anni di
programmazione
lineare in azienda



Università dell'Insubria
relatore Roberto Bello
(www.freeopen.org)
17 gennaio 2007



Contenuti

- software gratuito utilizzabile
- ricetta di biscotto iperproteico
- recupero delle miscele dei gelati
- programmazione della produzione
- piano di acquisto di banner sul web
- programmazione *euristica* della produzione

Software gratuito utilizzabile

XPRESS della Dash Optimization Ltd

<http://www.dashoptimization.com/>

versione gratuita Student Edition Windows al link:

http://www.dashoptimization.com/home/products/evaluation/student_request.html

limiti vincoli (righe) 400, variabili (colonne) 800, elementi matrice 5000, var.binarie 400

E' richiesta la registrazione per ottenere la password per l'utilizzo del software; il manuale di uso e molti esempi di modelli applicativi sono ugualmente *scaricabili*.

Software gratuito utilizzabile

Dopo la registrazione si riceve una email:

Thank you for downloading Xpress-IVE (student license). Please note that this software is only for use by students in full-time or part-time education studying for a recognized qualification.

To install the software, please extract the installation kit from the zip archive you have downloaded. You will be asked for a password, which is:

studentonly

The Getting Started manual tells you how to use Xpress-MP. For a complete language reference, please refer to the Mosel Reference Manual.....

Ricetta del biscotto iperproteico

applicazione del 1970 per una nota industria di prodotti dietetici per l'infanzia: programma in Fortran funzionante su mainframe IBM 360

- ingredienti utilizzabili e composizione chimica
- costi unitari degli ingredienti
- vincoli di composizione finale del biscotto con l'obiettivo di minimizzare il costo del biscotto

risultato: minori costi del 50% superiori all'intero costo dei Sistemi Informativi della nota industria

Composizione chimico – nutrizionale (in etichetta)

- calorie
- proteine
- carboidrati
- grassi
- minerali (sodio, calcio, ferro, ecc.)
- vitamine

Il biscotto iperproteico PRIMA

- utilizzo esclusivo di farina di tipo zero povera di proteine e con basso tenore di minerali
- uso del *superlatte* quale integratore proteico, molto costoso
- la ricetta, depositata al Ministero della Sanità, faceva riferimento a *farina di grano*, senza specificare il tipo

Il biscotto iperproteico DOPO

- costo notevolmente inferiore
- utilizzo significativo della farina di tipo uno più ricca di proteine e meno costosa
- minore uso del latte quale integratore proteico
- quindi sostituzione delle proteine animali con proteine vegetali, meno costose
- migliore gusto: più naturale e meno *farmaceutico*

Il biscotto iperproteico PRIMA

Variabili e costi unitari (esempio)

•farina tipo zero	lire	590
•zucchero	lire	1.505
•latte magro	lire	5.340
• <i>superlatte</i>	lire	20.720
•olio di cocco	lire	1.570
•olio di oliva	lire	6.500
•burro concentrato	lire	9.400
•altro: acqua, aromi, ecc.		

Il biscotto iperproteico PRIMA

Vincoli e coefficienti (esempio)

descrizione	farina0	zucch.	latte	superlatte	oliococco	olioliva	burroc	vincolo	valore
lipidi	1		0,5	0,01	99,9	99,9	99,8	<=	7,8
proteine	6		25	60				>=	14
carboidr	65	99,89	50,5	10,3				>=	60,1
zucch.		1						>=	5
latte			1	1				>=	5
olii					1	1		>=	2,5
miner.	0,5	0,01	7,9	1,3				<=	2,1
calorie	331	400	348	10,5	90	90	89,8	>=	330
calcio	17		1323	11			1,8	>=	350
sodio	0,3		55	20				>=	260
gr.saturi					86,8	16,16	59	<=	30,5
peso tot.	1	1	1	1	1	1	1	=	100
farina	1							>=	57

Il biscotto iperproteico PRIMA

Soluzione utilizzando solo farina tipo zero

•costo totale kg 100		lire 381.727
•farina tipo zero	%	57,00
•zucchero	%	15,09
•latte magro	%	13,33
• <i>superlatte</i>	%	12,08
•olio di cocco	%	2,50

Il biscotto iperproteico PRIMA

Rispetto dei vincoli

•lipidi	3,15	\leq	7,8
•proteine	14,00	\geq	14,0
•carboidrati	60,10	\geq	60,1
•zuccheri	15,09	\geq	5,0
•latte	25,40	\geq	5,0
•olii	2,50	\geq	2,5
•minerali	1,49	\leq	2,1
•calorie	330,60	\geq	330,0
•grassi sat.	2,17	\leq	30,5

Il biscotto iperproteico DOPO

Variabili e costi unitari (esempio)

•farina di tipo uno	lire	510
•farina tipo zero	lire	590
•zucchero	lire	1.505
•latte magro	lire	5.340
• <i>superlatte</i>	lire	20.720
•olio di cocco	lire	1.570
•olio di oliva	lire	6.500
•burro concentrato	lire	9.400
•altro: acqua, aromi, ecc.		

Il biscotto iperproteico DOPO

Vincoli e coefficienti (esempio)

descrizione	farina1	farina0	zucch.	latte	superlatte	oliococco	olioliva	burroc	vincolo	valore
lipidi	1	1		0,5	0,01	99,9	99,9	99,8	<=	7,8
proteine	12	6		25	60				>=	14
carboidr	52,6	65	99,89	50,5	10,3				>=	60,1
zucch.			1						>=	5
latte				1	1				>=	5
oli						1	1		>=	2,5
miner.	3	0,5	0,01	7,9	1,3				<=	2,1
calorie	331	331	400	348	10,5	90	90	89,8	>=	330
calcio	17	17		1323	11			1,8	>=	350
sodio	0,3	0,3		55	20				>=	260
gr.saturi						86,8	16,16	59	<=	30,5
peso tot.	1	1	1	1	1	1	1	1	=	100
farina	1	1							>=	57

Modello con XPRESS

Variabili e definizioni iniziali

```
MODEL BISCOTTI ! Ricetta ad alto contenuto proteico
VARIABLES
FARINA0
FARINA1
ZUCCHERO
LATTEMAGRO
LATTESUPER
OLIOCOCCO
OLIOOLIVA
BURROCONC
ALTRO
```

Modello con XPRESS

Funzione obiettivo e Vincoli

CONSTRAINTS

PROFIT: FARINA1 * 510 + FARINA0 * 590 + ZUCCHERO * 1505 &
+ LATTEMAGRO * 5340 + LATTESUPER * 20720 + OLIOCOCCO * &
1570 + OLIOOLIVA * 6500 + BURROCONC * 9400 \$

LIPIDI: FARINA1 * .01 + FARINA0 * .01 + LATTEMAGRO * .005 + &
LATTESUPER * .001 + OLIOCOCCO * .999 + OLIOOLIVA * .999 + &
BURROCONC * .998 < 7.8

PROTEINE: FARINA1 * .12 + FARINA0 * .06 + LATTEMAGRO * .25 &
+ LATTESUPER * .60 > 14

CARBOIDR: FARINA1 * .526 + FARINA0 * .65 + ZUCCHERO * .9989 &
+ LATTEMAGRO * .505 + LATTESUPER * .103 > 60.10

ZUCCHINF: ZUCCHERO > 5

LATTE: LATTEMAGRO + LATTESUPER > 5

OLII: OLIOCOCCO + OLIOOLIVA > 2.5

Modello con XPRESS

Vincoli (segue)

MINERALI: FARINA1 * .03 + FARINA0 * .005 + ZUCCHERO * .0001 &
+ LATTEMAGRO * .079 + LATTESUPER * .013 < 2.1

CALORIE: FARINA1 * 33.1 + FARINA0 * 33.1 + ZUCCHERO * 40.0 &
LATTEMAGRO * 34.8 + & LATTESUPER * 10.05 + OLIOCOCCO * 90 &
+ OLIOOLIVA * 90 + BURROCONC * 89.8 > 0

CALCIO: FARINA1 * 1.7 + FARINA0 * 1.7 + LATTEMAGRO * 132.3 &
+ LATTESUPER * 11.0 + BURROCONC * 1.8 > 350

SODIO: FARINA1 * .3 + FARINA0 * .3 + LATTEMAGRO * 55.0 &
+ LATTESUPER * 20.0 > 260

GRASSAT: OLIOCOCCO * .868 + OLIOOLIVA * .1616 &
+ BURROCONC * .59 < 30.5

PESOTOT: FARINA1 + FARINA0 + ZUCCHERO + LATTEMAGRO &
+ LATTESUPER + OLIOCOCCO + OLIOOLIVA + BURROCONC &
+ ALTRO = 100

FARINATOT: FARINA1 + FARINA0 > 57

GENERATE

Il biscotto iperproteico DOPO

Soluzione e confronti (esempio)

		PRIMA	DOPO
•costo totale kg 100 lire		381.727	346.204
•farina tipo uno	%		43,78
•farina tipo zero	%	57,00	13,22
•zucchero	%	15,09	26,75
•latte magro	%	13,33	0,84
• <i>superlatte</i>	%	12,08	12,91
•olio di cocco	%	2,50	2,50

Il biscotto iperproteico DOPO

Rispetto dei Vincoli

	PRIMA	DOPO		vincolo
•lipidi	3,15	3,08	<=	7,8
•proteine	14,00	14,00	>=	14,0
•carboidrati	60,10	60,10	>=	60,1
•zuccheri	15,09	26,75	>=	5,0
•latte	25,40	13,75	>=	5,0
•oli	2,50	2,50	>=	2,5
•minerali	1,49	1,62	<=	2,1
•calorie	330,60	334,66	>=	330,0
•grassi sat.	2,17	2,17	<=	30,5

Recupero delle miscele dei gelati

Azienda italiana ora multinazionale

- come si producono i gelati
- i residui delle miscele a fine turno
- il loro riutilizzo ottimale nel turno successivo
- vincoli e funzione obiettivo

Recupero delle miscele dei gelati programmi e dati di input

Programmi scritti in Basic (PC Dos)

- matrici di compatibilità fra miscele e fra miscela e materie prime
- composizione chimica di miscele e di materie prime
- tolleranze di composizione chimica
- costi figurativi e bassi delle miscele
- costi delle materie prime (reali)

Recupero delle miscele dei gelati

Obiettivo

Dati i tipi di miscele avanzate il giorno precedente, le loro quantità e il loro residuo secco, determinare le integrazioni di materie prime da effettuare sulle miscele da recuperare, al fine di contribuire nel modo migliore alla produzione delle miscele del giorno, nei tipi e nelle quantità programmate. Minimizzare il costo totale di produzione delle nuove miscele considerando prioritario il riutilizzo delle miscele avanzate.

Programmazione della Produzione

- per più prodotti
- per più periodi

- minimizzando la somma dei costi di inattività degli impianti e finanziari delle scorte di fine periodo

Programmazione della Produzione

Scorte, Produzione, Vendite

per ogni periodo esiste l'uguaglianza:

scorta iniziale + produzione – vendite = scorta finale

che può essere scritta:

scorta iniziale + produzione – scorta finale = vendite

Programmazione della Produzione Variabili

Input

- scorte iniziali per prodotto
- previsioni delle vendite per prodotto / periodo
- capacità produttiva per periodo

Output

- produzioni per prodotto / periodo
- scorte finali per prodotto / periodo
- capacità non usate per periodo

Programmazione della Produzione

Funzione obiettivo (minimo)

la sommatoria dei prodotti delle scorte finali di periodo per il costo finanziario unitario

+

la sommatoria delle capacità produttive non utilizzate per il costo unitario di non utilizzo

Programmazione della Produzione

Modello con XPRESS - Variabili

VARIABLES

ScorteFinA(NMesi) ! Scorte finali prod A
ScorteFinB(NMesi) ! Scorte finali prod B
ProduzionA(NMesi) ! Produzioni prod A
ProduzionB(NMesi) ! Produzioni prod B
NonProduzM(NMesi) ! Capacità produttiva non usata da A e B

TABLES

PrevisioA(NMesi) ! Previsioni di vendita prod A
PrevisioB(NMesi) ! Previsioni di vendita prod B

DATA

!Mesi	1	2	3	4	5
PrevisioA =	15,	10,	,40	,20,	10
PrevisioB =	20,	20,	,20	,30,	40

Programmazione della Produzione

XPRESS – Funzione obiettivo e vincoli

CONSTRAINTS

ValMin: $\text{SUM}(i=1:\text{NMesi}) \text{ScorteFinA}(i) * \text{CostoScorte} \&$
 $+ \text{SUM}(i=1:\text{NMesi}) \text{ScorteFinB}(i) * \text{CostoScorte} \&$
 $+ \text{SUM}(i=1:\text{NMesi}) \text{NonProduzM}(i) * \text{CostoInatt} \$$

PrevAIni: $\text{ScorteIniA} + \text{ProduzionA}(1) - \text{ScorteFinA}(1) = \text{PrevisioA}(1)$

PrevBIni: $\text{ScorteIniB} + \text{ProduzionB}(1) - \text{ScorteFinB}(1) = \text{PrevisioB}(1)$

PrevADopo($i=2:\text{NMesi}$): $\text{ScorteFiniA}(i-1) + \text{ProduzionA}(i) - \text{ScorteFinA}(i) \&$
 $= \text{PrevisioA}(i)$

PrevBDopo($i=2:\text{NMesi}$): $\text{ScorteFiniB}(i-1) + \text{ProduzionB}(i) - \text{ScorteFinB}(i) \&$
 $= \text{PrevisioB}(i)$

ProdNonUsa($i=1:\text{NMesi}$): $\text{ProduzionA}(i) + \text{ProduzionB}(i) \&$
 $+ \text{NonProduzM}(i) = \text{CapacProd}$

Programmazione della Produzione

Modello XPRESS – Risultati

Valore della funzione obiettivo: 2.300

Mese	Prodotto	Produzione	Scorte Finali	Capacità non utilizzata
1	A	10	0	30
1	B	10	0	0
2	A	10	0	10
2	B	30	10	0
3	A	40	0	0
3	B	10	0	0
4	A	20	0	0
4	B	30	0	0
5	A	10	0	0
5	B	40	0	0

Acquisto di banner in Internet

Decidere l'investimento pubblicitario in banner sulla rete Internet al minimo costo con i vincoli:

- numero minimo di viste del banner
- numero minimo di accessi al proprio sito
- non investire su più di 3 siti

Acquisto di banner in Internet

XPRESS – Variabili e definizioni iniziali

MODEL BANNER: Pianificazione acquisto banner in Internet

LET NWEB = 8

! Numero dei siti WEB

LET MinView = 120000

! Numero minimo delle viste

LET MinAxes= 800

! Numero minimo degli accessi

TABLES

Viste(NWEB)

! Viste previste del banner nei WEB

Accessi(NWEB)

! Accessi previsti al banner nei WEB

Costi(NWEB)

!Costi di acquisto del banner del WEB

DATA

!WEB	1	2	3	4	5	6	7	8
Viste =	15000,	10000,	40000,	20000,	10000,	30000,	22000,	70000
Accessi =	350,	400,	510,	180,	120,	600,	240,	750
Costi =	22,	10,	50,	45,	15,	25,	44,	120

VARIABLES

WEB(NWEB)

! WEB interessati (variabili binarie)

Acquisto di banner in Internet

XPRESS – Funzione obiettivo e vincoli

CONSTRAINTS

CostoMin: $\text{SUM}(I=1:N\text{WEB}) \text{Costi}(i)*\text{WEB}(i)$ \$! Funzione obiettivo
MinViste: $\text{SUM}(i=1:N\text{WEB}) \text{Viste}(i)*\text{WEB}(i) > \text{MinView}$! Viste minime
MinAcces: $\text{SUM}(i=1:N\text{WEB}) \text{Accessi}(i)*\text{WEB}(i) > \text{MinAxes}$! Accessi minimi
MaxNMWEB: $\text{SUM}(i=1:N\text{WEB}) \text{WEB}(i) < 5$! Numero massimo dei siti
MinNMWEB: $\text{SUM}(i=1:N\text{WEB}) \text{WEB}(i) > 2$! Numero minimo dei siti

BOUNDS

$\text{WEB}(i=1:N\text{WEB}) .\text{BV}.$! Variabili binarie

END

Acquisto di banner in Internet

Modello XPRESS – Risultati

•Costo minimo	170,00
•siti scelti	2,5,6,8
•viste	120.000
•accessi	1870

Programmazione euristica della Produzione Obiettivi

Per un industria di produzione di conserve alimentari vegetali con gli obiettivi di:

- produrre il più tardi possibile
- saturare le linee di produzione più efficienti
- evitare frequenti cambi di formato
- non produrre troppo in anticipo (scadenza di prodotti deperibili)
- evitare di perdere delle vendite potenziali

Programma scritto in Datacodex
(RAD del linguaggio Clipper)

Programmazione euristica della Produzione

Algoritmo

- Calcolo della produzione teorica
- Carico delle linee di produzione
- Esame dei fuori capacità delle linee
- Anticipo della produzione
- Controllo dei vincoli di prodotto e produttivi
- Possibilità di interventi manuali
- Piano di produzione finale
- Calcolo delle scorte previste finali
- Calcolo delle vendite perse previste finali

Programmazione euristica della Produzione

Dati necessari

- Previsioni delle vendite e priorità produttive
- Scorte iniziali e scorte massime ammesse
- Linee disponibili per prodotto
- Capacità linee di produzione
- Incompatibilità fra le linee
- Personale disponibile e organici richiesti
- Anticipi massimi di produzione
- Costi delle vendite perse
- Costi della *non saturazione* degli impianti

Riferimenti utili e divertenti (spero)



- sito di Roberto Bello www.freeopen.org
- sito di XPRESS <http://www.dashoptimization.com/>
- bravo per caso
www.freeopen.org/linux_bravo_per_caso.pdf
- PMI e computer www.freeopen.org/PMI_OS.pdf
- l'acchiappavirus www.attivissimo.net/acchiappavirus
- riso amaro www.freeopen.org/riso_amaro.htm