
Organització de la producció. Problemes

Martí Casadesús, Rudi de Castro, Inés Ferrer, Gerusa Giménez, Empar Méndez, Catalina Pérez

Departament d'Organització, Gestió Empresarial
i Disseny de Producte

Universitat de Girona. 2005. 1 ed.
Català. Edició electrònica.

ISBN: 84-8458-224-8



Ressenya:

Aquest manual recull un conjunt de problemes, alguns resolts i d'altres no, que complementen l'aprenentatge en l'àmbit de l'organització de la producció. El seu enfocament està dirigit a estudis universitaris, i pretén ser un complement dels manuals ja existents, mitjançant la resolució dels problemes més habituals a resoldre en l'Organització de la Producció.

[Índex Tots els problemes.zip](#)

1. La distribució en planta (layout)

1.1. Problemes resolts

[TALLER DISCORDIA](#)
[SIMUTEQUI](#)
[TUTTICOPPI](#)

1.2. Problemes per resoldre

[AQTA-SI](#)
[PAC-OLHIER](#)

2. El Pla Mestre de Producció (MPS)

2.1. Problemes resolts

[ROLSA](#)
[PCPERTOTS, SL](#)
[DORMCOMCAL, SA](#)
[POWER CONDITIONED & CO](#)
[TOTS-SECS, SA](#)
[PAISAL](#)
[OPTILUX, SA](#)
[MARS, SA](#)

2.2. Problemes per resoldre

[SUMANT](#)
[CALCUMA, SA](#)
[MUNTATGES ESTEVE](#)
[SABONS ROGER&SALLET](#)
[AIGUA CLARA](#)
[CAISUS](#)
[CONTACTES, SA](#)

3. Planificació de materials (MRP)

3.1. Problemes resolts

[SÚPER-DÚPER](#)
[MONBALL, SL](#)
[GRAPADORES METRUS, SA](#)
[BABYLISTEN, SA](#)
[ESCRIURE, SA](#)
[SEATING, SL](#)

3.2. Problemes per resoldre

[XanYuiZ](#)
[RENTADISH, SA](#)
[EL TAMBORILERO](#)
[KASSUAL LAY](#)
[DEPLATJA, SL](#)
[TELECAT](#)

4. Programació a curt termini

4.1. Problemes resolts

[CUCCI](#)
[CORNELI, SA](#)
[SICROTRONUS](#)
[FIRCUSA](#)
[PITOPPO](#)

4.2. Problemes per resoldre

FITNESS
AEROMOLD
MEDICUS

5. Polítiques d'aprovisionament

5.1 Problemes resolts

QUIOX
PERE TERRIBES
DOS PROVEIDORS
PIMEL
GELAN
KETTLE'S
EMPRESA XYZ

5.2 Problemes per resoldre

DISTRIBIKE
SUPRAEXPRESS, SA
CALOX, SA
RELOX

6. Gestió de projectes

6.1. Problemes resolts

OFMAT, SA
AUTO, SA

6.2. Problemes per resoldre

TOT-DISSENY, SA

Coberta
Portada
Crèdits

TALLER DISCORDIA

Un taller de peces mecanitzades anomenat DISCORDIA, té la intenció de millorar la seva distribució en planta actual. Es pretén canviar el sistema de producció de un sistema Job – shop a un sistema orientat al producte, on el recorregut que facin els productes sigui sempre el mateix i no calgui que marxïn enrere. L'estudi es basa en la informació del recorregut de les quatre principals famílies de productes (P1, P2, P3 i P4) al llarg de les diferents seccions (A, B, C, D, E, F, G), tal com mostra la taula adjunta.

No obstant, en primera aproximació, vol fer un estudi dels costos associats a la transferència de peces entre seccions en la distribució actual així com l'avaluació d'alguna mesura correctora derivada del canvi d'ubicació d'alguna secció. El cost de moure les peces depèn de la família a la qual pertany la peça i és funció de la distància que cal recórrer.

La decisió final serà passar a un sistema orientat al producte de manera que les màquines necessàries siguin les mateixes que disposen actualment. Val a dir que, amb aquesta nova disposició es vol que tots els productes es puguin fer alhora. Considereu que cada lloc de treball pot suportar una càrrega màxima de 40 hores setmanals.

Cost de moure les peces	Producte	Lloc de treball						
		A	B	C	D	E	F	G
4 \$ / dist	P1	1/30	-/-	2/35	3/40	4/20	-/-	5/40
3 \$ / dist	P2	1/40	-/-	-/-	2/15	3/30	4/30	-/-
2 \$ / dist	P3	-/-	1/30	-/-	2/25	-/-	3/35	4/40
1 \$ / dist	P4	2/35	1/40	3/35	5/40	4/20	-/-	6/35

DISTRIBUCIÓ ACTUAL	
A	E
B	F
C	G
D	

On: $\boxed{a/b}$ a = ordre dins la seqüència de fabricació
b = hores que cada producte necessita de cada lloc de treball

Es demana:

- L'estudi dels costos de associats a la transferència de peces entre seccions amb la distribució actual
- Un canvi d'ubicació d'alguna secció en la distribució actual que aporti una millora en els costos associats a la transferència peces
- Una proposta d'ordre dels llocs de treball que compleixi amb els requisits de distribució orientada al producte.

SOLUCIÓ

- L'estudi dels costos de associats a la transferència peces entre seccions amb la distribució actual*

Per abordar la solució cal emprar la matriu de costos de transferència que és la que mostra les relacions existents entre les diferents seccions atès que hi ha productes que les connecten. Atès que el cost associat al moviment de peces és diferent en funció de la família cal tenir-ho en compte a l'hora de fer aquesta matriu de transferència.

En primer lloc només es col·loca a la matriu les relacions marcades per les rutes de les famílies,

	A	B	C	D	E	F	G
A			P1/ P4	P2			
B	P4			P3			
C				P1	P4		
D					P1/ P2	P3	P4
E				P4		P2	P1
F							P3
G							

Si a més es té en compte el cost de moviment diferent per a cada família es té la següent matriu,

	A	B	C	D	E	F	G
A			4 + 1	3			
B	1			2			
C				4	1		
D					4 + 3	2	1
E				1		3	4
F							2
G							

Aquesta matriu de transferència (MT_{ij}) considera la ruta de fabricació de les diferents famílies i el cost de moviment associat a aquesta família. Aquesta matriu, doncs, depèn del sistema de fabricació.

Amb aquesta distribució actual, resulta una matriu de distàncies (MD_{ij}), com la que segueix,

	A	B	C	D	E	F	G
A		1	2	3	1	2	3
B	1		1	2	2	1	2
C	2	1		1	3	2	1
D	3	2	1		4	3	2
E	1	2	3	4		1	2
F	2	1	2	3	1		1
G	3	2	1	2	2	1	

S'ha considerat que les distàncies són mesurades de forma ortogonal per tal de facilitar el càlcul. Cal remarcar que aquesta matriu només depèn de la disposició de les màquines, és a dir, del Layout que es té en un moment donat.

Fent la multiplicació de les dues matrius, resulta: $\sum_{i,j=A..G} MD_{i,j} \cdot MT_{i,j} = 84 \$$

b) *Un canvi d'ubicació d'alguna secció en la distribució actual que aporti una millora en els costos associats a la transferència peces*

A partir de la MT és possible determinar quines són les seccions més importants dins del sistema de fabricació. La manera de quantificar-ho és sumar a la diagonal de la MT tots els valors de les files i columnes de la matriu. D'aquest càlcul resulta el següent,

	A	B	C	D	E	F	G
A	9		4 + 1	3			
B	1	3		2			
C			10	4	1		
D				20	4 + 3	2	1
E				1	16	3	4
F						7	2
G							7

Aquest càlcul dóna idea que la secció més important és la D, seguit de la E, i després la C.

En quant a les relacions bilaterals, s'observa que les relacions ordenades de major a menor són, D-E, A-C i C-D. Seguidament tocaria col·locar G i F que ambdues es relacionen amb E i finalment es col·loca B, que només es relaciona amb A i D.

A partir d'aquestes valoracions qualitatives resulta aquesta nova distribució proposada,

DISTRIBUCIÓ PROPOSADA	
A	C
B	D
G	E
F	

Com a resultat d'aquest nou Layout, resulta la MD_{ij} que segueix,

	A	B	C	D	E	F	G
A		1	1	2	3	3	2
B	1		2	1	2	2	1
C	1	2		1	2	4	3
D	2	1	1		1	3	2
E	3	2	2	1		2	1
F	3	2	4	3	2		1
G	2	1	3	2	1	1	

Fent la multiplicació de les dues matrius, resulta: $\sum_{i,j=A..G} MD_{i,j} \cdot MT_{i,j} = 48 \$$, que millora en un 42% els costos associats al moviment de les peces dins la fàbrica.

c) *Una proposta d'ordre dels llocs de treball que compleixi amb els requisits de distribució orientada al producte.*

En aquest darrer apartat es pretén modificar el layout de la planta fins arribar a l'orientació cap al producte, és a dir, que el moviment de les peces de les famílies sigui el mateix per a tots.

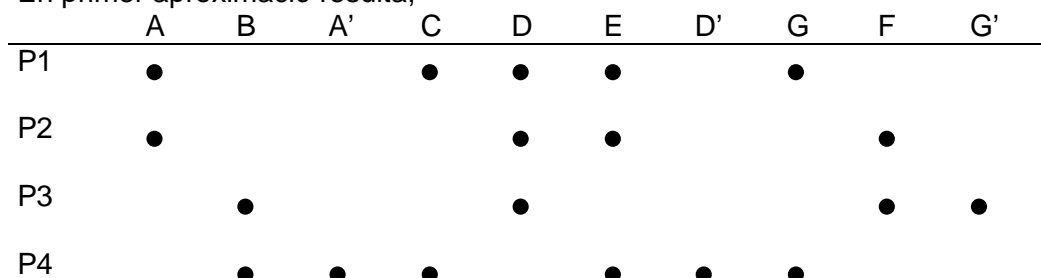
No obstant, per poder afirmar que l'únic que es farà és una redistribució cal assegurar que el número de màquines necessàries en les seccions en la distribució actual sigui el mateix en la nova distribució.

El càlcul de màquines necessàries es fa a partir de la suma de les hores que cada família de producte necessita de cada secció (b en la taula inicial de l'enunciat), dividida per 40, que és la carga màxima que pot suportar cada lloc de treball. Com a resultat es té,

Producte	Seccions						
	A	B	C	D	E	F	G
P1	30	-	35	40	20	-	40
P2	40	-	-	15	30	30	-
P3	-	30	-	25	-	35	40
P4	35	40	35	40	20	-	35
Total hores (Σ)	105	70	70	120	70	65	115
Núm màquines= Total Hores / 40	3	2	2	3	2	2	3

A partir d'aquí mitjançant l'anàlisi de prova i error es va configurant la línia de producció. A mesura que apareixen seccions s'hi afegeixen, i si cal, es repeteixen, de tal manera que sempre hi hagi linealitat en el flux.

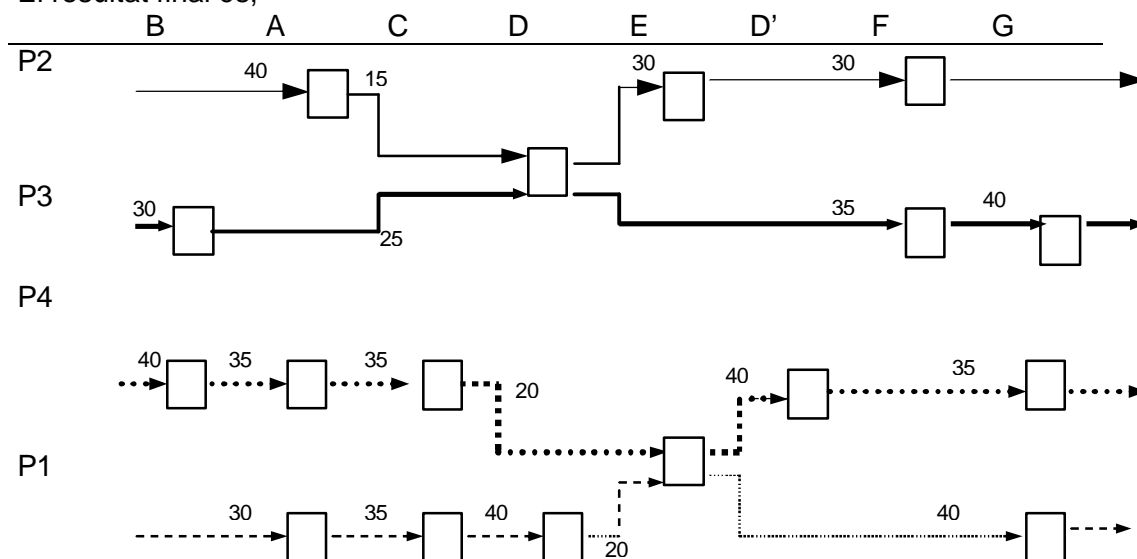
En primer aproximació resulta,



A partir d'aquí es poden fer una sèrie de consideracions que permetran millorar el layout inicial.

- B pot passar davant d'A de tal manera que A i A' queden refoses de nou en una sola secció
- F pot passar davant de G de tal manera que G i G' queden refoses de nou en una sola secció
- Només es dobla la secció D, però D' queda coberta amb una màquina i D amb dues màquines, per la qual cosa no s'augmenten els recursos que es tenien.

El resultat final és,



AQTA - SI

Un taller de peces mecanitzades anomenat AQTA-SI, té la intenció de millorar la seva distribució en planta actual. Es pretén canviar l'actual sistema de producció Job – shop a un sistema orientat al producte, on el recorregut que facin els productes sigui sempre el mateix i no calgui que marxin enrere. La capacitat de treball de cadascuna de les màquines és de 40h/setmana.

La informació que es disposa és el recorregut de les quatre principals famílies de productes (P1, P2, P3 i P4) al llarg de les diferents seccions (A, B, C, D, E, F, G), tal com mostra la taula adjunta. A cada secció hi ha les màquines necessàries per cobrir els requeriments setmanals.

Producte	Seccions								
	A		B	C		D	E	F	G
P1	1/20	3/30	-/-	2/35		4/40	5/20	-/-	6/40
P2	1/30	5/30	-/-	-/-		2/15	3/30	6/25	4/25
P3	-/-		1/30	3/20	5/20	7/25	6/25	2/25	4/40
P4	3/35		1/40	4/35		6/40	-/-	2/40	5/35

On: a/b a = ordre dins la seqüència de fabricació
b = hores/setmana de cada màquina que necessita cada producte

Un dels teus objectius per millorar la gestió de producció de les màquines és aconseguir la planificació per tal que les màquines estiguin el més ocupades possible. Amb la informació que disposes pots observar que les màquines no estan totes carregades al 100%.

- a) Si consideres que serà més senzill reduir un temps de fabricació d'una operació relativament llarg, quina operació de quina ruta de producte hauries de millorar per tal de buscar la càrrega propera o superior al 80% de totes les màquines del sistema.

Una enginyeria els ha proposat aquesta línia de producció.

B	A	F	C	A	D	E	G	A	F	C	E	G	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Es demana,

- b) Comprova que no existeix cap error en la distribució en línia. Calcula el número de màquines necessàries amb aquesta proposta.
- c) Creus que hi ha un increment de màquines respecte a la solució que tenien amb la distribució Job-shop?

SOLUCIÓ

- a) S'ha de millorar l'operació 2 del P4 que es fa a la secció F
- b) La distribució és correcte. Es necessiten 25 màquines
- a) Increment de 4 màquines: A, C, D i E

ROLSA

ROLSA fabrica radiadors per a la seva exportació a tot el món. Durant aquest any i l'anterior va vendre del seu producte estrella, que no és res més que el radiador més habitual, les unitats que es presenten a la següent taula:

	Vendes any anterior	Vendes any actual
Gener	2.260	3.150
Febrer	2.200	3.050
Març	2.340	3.020
Abril	1.960	2.600
Maig	1.750	2.390
Juny	1.430	1.900
Juliol	700	800
Agost	720	980
Setembre	1.220	1.450
Octubre	2.245	2.900
Novembre	2.750	3.400
Desembre	2.950	?

El director de planificació vol començar a analitzar les necessitats, pel que referència a mà d'obra, per al proper any. El primer pas a realitzar és el de calcular la previsió de vendes per a aquest any, i atès que no es preveuen grans canvis a l'entorn de l'empresa (no s'obre cap nou mercat, ni es preveu cap producte nou de la competència, ...), creu oportú calcular-les a partir de les vendes dels dos darrers anys. Per a fer-ho, utilitza quatre mètodes diferents.

Es demana:

- Calcular una previsió de vendes per al desembre d'aquest any utilitzant el mètode de la mitjana mòbil.
- Finalment, les vendes del desembre d'aquest any han estat de 3.975 radiadors. Calcula quines són les vendes previstes per al mes de gener del proper any utilitzant el mètode de l'allisat exponencial.
- Atès que és fàcil veure que els radiadors segueixen un comportament molt estacional, calcula la previsió de vendes per a tot el proper any utilitzant el mètode de l'estacionalitat additiva i el de l'estacionalitat multiplicativa.
- Si al cap de tres mesos, el director de planificació comprova que les vendes realitzades durant aquest període han estat de: 3.530, 3.670 i 3.620, quin dels dos mètodes anteriors s'ha aproximat més a la realitat?

En la realització d'aquest exercici es poden arrodonir totes les dades que es creguin necessàries a números enters.

SOLUCIÓ

- Calcular una previsió de vendes per al desembre d'aquest any utilitzant el mètode de la mitjana mòbil.*

El mètode de previsió de la mitjana mòbil es pot utilitzar quan les vendes son relativament estables, ja que es calcula fent la mitjana de les vendes reals en n períodes anteriors, per tant té present que les desviacions en aquests valors anteriors són puntuals.

D'aquesta forma, la previsió de vendes al període T es pot calcular com a :

$$\text{Previsió}_T = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Vendes Reals}_{T-i}}{n}$$

on n és el nombre de períodes que creiem oportú tenir en compte.

En aquest cas, atès que les vendes dels períodes anteriors no són massa estables es oportú utilitzar un valor n no massa gran. Si decidim utilitzar n=3, és a dir, tenir en compte els tres anteriors mesos, s'obté:

$$\text{Previsió}_{\text{Desembre}} = \frac{\text{Vendes Reals}_{\text{Setembre}} + \text{Vendes Reals}_{\text{Octubre}} + \text{Vendes Reals}_{\text{Novembre}}}{3} = 2.583 \text{ unitats}$$

b) *Finalment, les vendes del desembre d'aquest any han estat de 3.975 radiadors. Calcula quines són les vendes previstes per al mes de gener del proper any utilitzant el mètode de l'allisat exponencial.*

El mètode de previsió de l'allisat exponencial calcula la previsió de les vendes a partir únicament de dues dades: la darrera previsió realitzada i les darreres vendes reals. Aquestes es ponderen segons un valor α entre 0 i 1, que determina a quina de les dues dades se li dona més importància.

D'aquesta forma es té:

$$\text{Previsió}_T = \alpha \cdot \text{Vendes Reals}_{T-1} + (1 - \alpha) \cdot \text{Previsió}_{T-1}$$

on

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

Atès que no tenim més informació, prendrem una $\alpha = 0,5$, tot i que caldria prendre una α propera a zero quan la demanda és força estable, i propera a 1 quan és més inestable.

Llavors, aplicant la fórmula s'obté la previsió:

$$\text{Previsió}_{\text{Gener}} = 0,5 \cdot \text{Vendes Reals}_{\text{Desembre}} + (1 - 0,5) \cdot \text{Previsió}_{\text{Desembre}} = 0,5 \cdot 3.975 + 0,5 \cdot 2.583 = 3.279 \text{ unitats}$$

c) *Atès que és fàcil veure que els radiadors segueixen un comportament molt estacional, calcula la previsió de vendes per a tot el proper any utilitzant el mètode de l'estacionalitat additiva i el de l'estacionalitat multiplicativa.*

Mètode de l'estacionalitat additiva

El mètode de l'estacionalitat additiva utilitza el càlcul d'una tendència i d'uns coeficients d'estacionalitat per a cada període estudiat:

$$\text{Previsió}_T = \text{Tendència}_T + \text{Coeficient estacionalitat}_T$$

El més normal és assimilar la tendència a una recta amb una determinada pendent, tot i que podrien usar-se equacions més complexes. Per als coeficients, en aquest cas se n'utilitzarà un per a cada mes, en total 12. La suma d'aquests coeficients ha de ser propera a 0.

No hi ha un mètode exacte per tal de trobar quina és la tendència i els coeficients més adequats, sinó que cal portar a terme un mètode iteratiu on a cada pas es van ajustant millor aquests paràmetres.

Per a calcular la tendència, una primera aproximació és calcular una regressió lineal dels valors coneguts. Fent-ho, s'obté l'equació representada al gràfic:

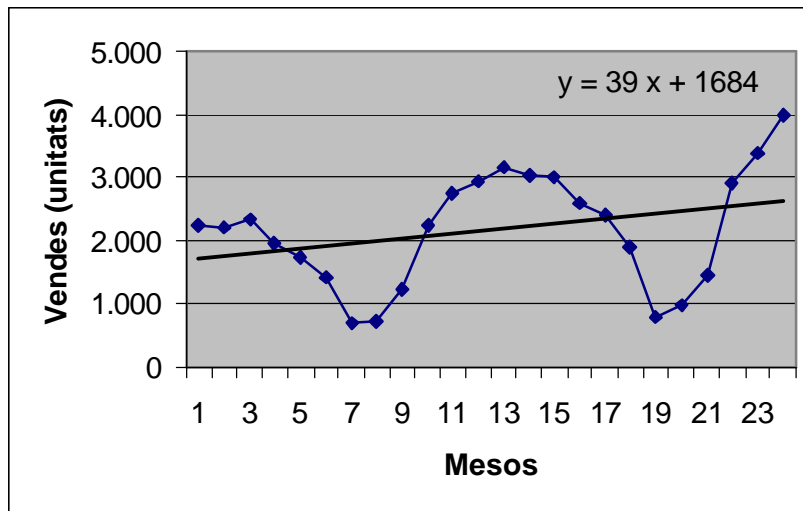


Figura 1: Vendes dels anys anterior i actual, i tendència (regressió lineal) d'aquestes vendes

A partir de les vendes reals i la tendència es calcula una primera aproximació dels coeficients d'estacionalitat:

Any	Períodes	Vendes Reals	Tendència 1	Possibles coeficients 1 (Vendes Reals – Tendència 1)
ANTERIOR	Gener	2.260	1.724	536
	Febrer	2.200	1.763	437
	Març	2.340	1.802	538
	Abril	1.960	1.841	119
	Maig	1.750	1.880	-130
	Juny	1.430	1.919	-489
	Juliol	700	1.958	-1.258
	Agost	720	1.997	-1.277
	Setembre	1.220	2.036	-816
	Octubre	2.245	2.075	170
	Novembre	2.750	2.114	636
	Desembre	2.950	2.153	797
ACTUAL	Gener	3.150	2.192	958
	Febrer	3.050	2.231	819
	Març	3.020	2.270	750
	Abril	2.600	2.309	291
	Maig	2.390	2.348	42
	Juny	1.900	2.387	-487
	Juliol	800	2.426	-1.626
	Agost	980	2.465	-1.485

	Setembre	1.450	2.504	-1.054
	Octubre	2.900	2.543	357
	Novembre	3.400	2.582	818
	Desembre	3.975	2.621	1.354

Apareixen 24 possibles coeficients, 2 per a cada mes analitzat. Atès que per a cada mes només hi hauria d'haver un sol coeficient, una primera aproximació pot ser la mitjana dels dos coeficients trobats. Així doncs, els primers coeficients trobats son:

	Coeficients 1
Coeficient Gener	747
Coeficient Febrer	628
Coeficient Març	644
Coeficient Abril	205
Coeficient Maig	-44
Coeficient Juny	-488
Coeficient Juliol	-1.442
Coeficient Agost	-1.381
Coeficient Setembre	-935
Coeficient Octubre	263
Coeficient Novembre	727
Coeficient Desembre	1.075

En el supòsit teòric, la suma d'aquests coeficients hauria de donar 0. En aquest cas dona -0,15, i al tractar-se d'una aproximació pot considerar-se força correcte.

A partir d'aquests coeficients es podria seguir iterant calculant una nova tendència, uns nous coeficients, etc. Només es farà una nova iteració, començant pel càlcul d'una nova recta:

Any	Períodes	Vendes Reals	Coeficients 1	Vendes Reals – Coeficients 1
ANTERIOR	Gener	2.260	747	1.513
	Febrer	2.200	628	1.572
	Març	2.340	644	1.696
	Abril	1.960	205	1.755
	Maig	1.750	-44	1.794
	Juny	1.430	-488	1.918
	Juliol	700	-1.442	2.142
	Agost	720	-1.381	2.101
	Setembre	1.220	-935	2.155
	Octubre	2.245	263	1.982
	Novembre	2.750	727	2.023
	Desembre	2.950	1.075	1.875
ACTUAL	Gener	3.150	747	2.403
	Febrer	3.050	628	2.422
	Març	3.020	644	2.376
	Abril	2.600	205	2.395
	Maig	2.390	-44	2.434
	Juny	1.900	-488	2.388
	Juliol	800	-1.442	2.242
	Agost	980	-1.381	2.361
Setembre	1.450	-935	2.385	

	Octubre	2.900	263	2.637
	Novembre	3.400	727	2.673
	Desembre	3.975	1.075	2.900

Amb la darrera columna es calcula la nova recta de regressió que podrà utilitzar-se com a nova tendència:

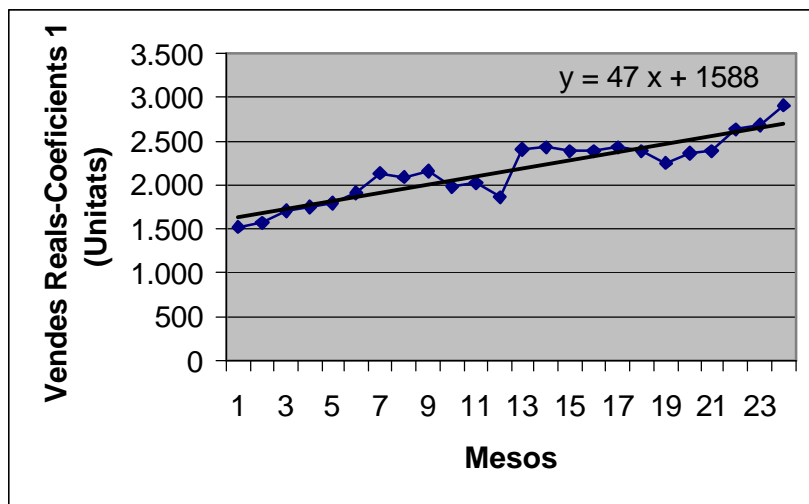


Figura 2: Vendes Reals – Coeficients 1 als anys anteriors i actuals, i tendència (regressió lineal) d'aquestes

Amb aquesta darrera tendència es torna a calcular els nous coeficients:

Any	Períodes	Vendes Reals	Tendència 2	Possibles coeficients 2
ANTERIOR	Gener	2.260	1.635	625
	Febrer	2.200	1.682	518
	Març	2.340	1.729	611
	Abril	1.960	1.776	184
	Maig	1.750	1.822	-72
	Juny	1.430	1.869	-439
	Juliol	700	1.916	-1.216
	Agost	720	1.962	-1.242
	Setembre	1.220	2.009	-789
	Octubre	2.245	2.056	189
	Novembre	2.750	2.102	648
	Desembre	2.950	2.149	801
ACTUAL	Gener	3.150	2.196	954
	Febrer	3.050	2.243	807
	Març	3.020	2.289	731
	Abril	2.600	2.336	264
	Maig	2.390	2.383	7
	Juny	1.900	2.429	-529
	Juliol	800	2.476	-1.676
	Agost	980	2.523	-1.543
	Setembre	1.450	2.569	-1.119
	Octubre	2.900	2.616	284
	Novembre	3.400	2.663	737
	Desembre	3.975	2.709	1.266

Calculant de nou els coeficients, mitjançant el càlcul de la mitjana dels possibles coeficients 2 corresponents al mateix mes s'obté:

	Coeficients 2
Coeficient Gener	789
Coeficient Febrer	663
Coeficient Març	671
Coeficient Abril	224
Coeficient Maig	-32
Coeficient Juny	-484
Coeficient Juliol	-1.446
Coeficient Agost	-1.393
Coeficient Setembre	-954
Coeficient Octubre	237
Coeficient Novembre	692
Coeficient Desembre	1.033

Ara la suma d'aquests coeficients és 0,15.

Amb la darrera tendència trobada (tendència 2) i els darrers coeficients (coeficients 2), es pot calcular una possible previsió de vendes per a l'any 2006.

Any	Períodes	Tendència 2	Coeficients 2	Previsió = Tendència 2 + Coeficients 2
PROPER	Gener	2.756	789	3.546
	Febrer	2.803	663	3.466
	Març	2.850	671	3.521
	Abril	2.896	224	3.121
	Maig	2.943	-32	2.911
	Juny	2.990	-484	2.506
	Juliol	3.036	-1.446	1.591
	Agost	3.083	-1.393	1.691
	Setembre	3.130	-954	2.176
	Octubre	3.176	237	3.413
	Novembre	3.223	692	3.916
	Desembre	3.270	1.033	4.303

Aquesta previsió inclourà la tendència dels dos darrers anys, així com la estacionalitat detectada, tal i com s'observa a la figura 3.

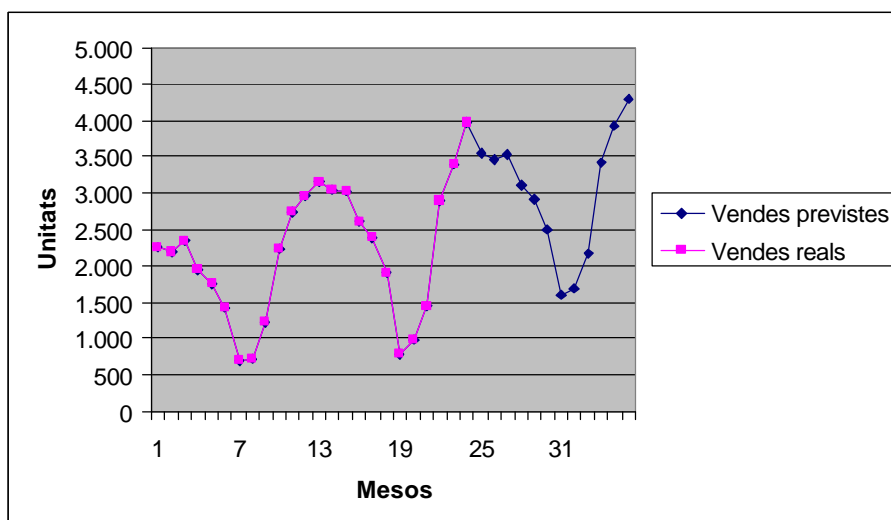


Figura 3: Vendes als anys anterior i actual i previsió per al proper any segons l'estacionalitat additiva

Mètode de l'estacionalitat multiplicativa

El mètode de l'estacionalitat multiplicativa és molt similar al anterior però la previsió es calcula a partir d'una tendència multiplicada per uns coeficients d'estacionalitat per a cada període estudiat:

$$\text{Previsió}_T = \text{Tendència}_T \cdot \text{Coeficient estacionalitat}_T$$

La tendència també s'assimilarà a una recta com al cas anterior, i el nombre de coeficients també serà de 12 en aquest cas. La suma d'aquests coeficients ha de ser propera al nombre de coeficients utilitzats, és a dir, 12.

El mètode exacte per tal de trobar quina és la tendència i els coeficients més adequats serà molt similar al anterior, també iteratiu. De fet, la primera recta de tendència que es pot utilitzar és la mateixa trobada en el cas anterior:

$$y = 39 \cdot x + 1684$$

A partir de les vendes reals i la tendència es calcula una primera aproximació dels coeficients d'estacionalitat:

Any	Períodes	Vendes Reals	Tendència 1	Possibles coeficients 1 (Vendes Reals / Tendència 1)
ANTERIOR	Gener	2.260	1.724	1,31
	Febrer	2.200	1.763	1,25
	Març	2.340	1.802	1,30
	Abril	1.960	1.841	1,06
	Maig	1.750	1.880	0,93
	Juny	1.430	1.919	0,75
	Juliol	700	1.958	0,36
	Agost	720	1.997	0,36
	Setembre	1.220	2.036	0,60
	Octubre	2.245	2.075	1,08

	Novembre	2.750	2.114	1,30
	Desembre	2.950	2.153	1,37
ACTUAL	Gener	3.150	2.192	1,44
	Febrer	3.050	2.231	1,37
	Març	3.020	2.270	1,33
	Abril	2.600	2.309	1,13
	Maig	2.390	2.348	1,02
	Juny	1.900	2.387	0,80
	Juliol	800	2.426	0,33
	Agost	980	2.465	0,40
	Setembre	1.450	2.504	0,58
	Octubre	2.900	2.543	1,14
	Novembre	3.400	2.582	1,32
	Desembre	3.975	2.621	1,52

Al igual que abans apareixen 24 possibles coeficients, 2 per a cada mes analitzat, pel que s'aproximarà a aquests coeficients com a la mitjana dels dos coeficients trobats. Els primers coeficients trobats son:

	Coeficients 1
Coeficient Gener	1,37
Coeficient Febrer	1,31
Coeficient Març	1,31
Coeficient Abril	1,10
Coeficient Maig	0,97
Coeficient Juny	0,77
Coeficient Juliol	0,34
Coeficient Agost	0,38
Coeficient Setembre	0,59
Coeficient Octubre	1,11
Coeficient Novembre	1,31
Coeficient Desembre	1,44

Si el procediment a seguir fos exacte la suma d'aquests coeficients hauria de donar 12. En realitat dona 12,01 pel que es pot considerar molt aproximat.

Igual que en l'anterior cas, només es farà una nova iteració que comença pel càlcul d'una nova recta:

Any	Períodes	Vendes Reals	Coeficients 1	Vendes Reals / Coeficients 1
ANTERIOR	Gener	2.260	1,37	1.645
	Febrer	2.200	1,31	1.683
	Març	2.340	1,31	1.780
	Abril	1.960	1,10	1.789
	Maig	1.750	0,97	1.796
	Juny	1.430	0,77	1.856
	Juliol	700	0,34	2.037
	Agost	720	0,38	1.899
	Setembre	1.220	0,59	2.071
	Octubre	2.245	1,11	2.020
	Novembre	2.750	1,31	2.101

	Desembre	2.950	1,44	2.044
ACTUAL	Gener	3.150	1,37	2.293
	Febrer	3.050	1,31	2.333
	Març	3.020	1,31	2.297
	Abril	2.600	1,10	2.374
	Maig	2.390	0,97	2.453
	Juny	1.900	0,77	2.466
	Juliol	800	0,34	2.328
	Agost	980	0,38	2.585
	Setembre	1.450	0,59	2.461
	Octubre	2.900	1,11	2.610
	Novembre	3.400	1,31	2.598
	Desembre	3.975	1,44	2.754

Amb la darrera columna es calcula la nova recta de regressió que podrà utilitzar-se com a nova tendència:

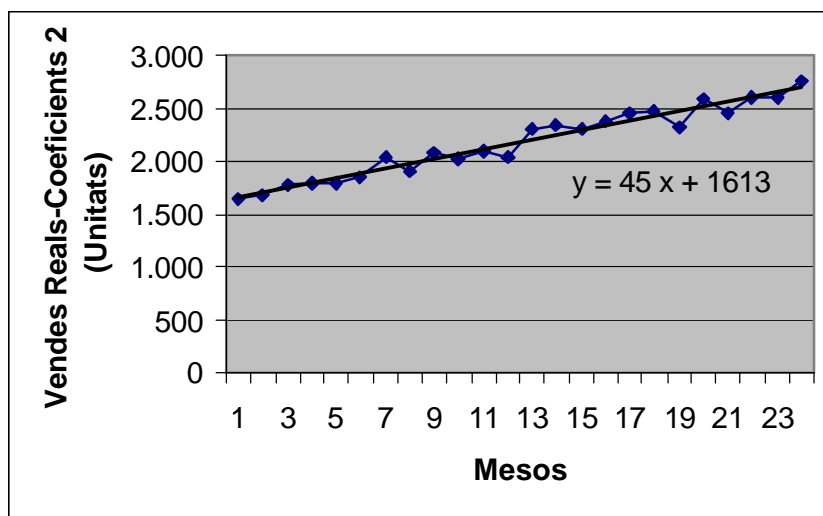


Figura 4: Vendes Reals / Coeficients 1 als anys anterior i actual, i tendència (regressió lineal) d'aquestes

Amb aquesta darrera tendència es torna a calcular els nous coeficients:

Any	Períodes	Vendes Reals	Tendència 2	Possibles coeficients 2 (Vendes Reals / Tendència 2)
ANTERIOR	Gener	2.260	1.659	1,36
	Febrer	2.200	1.705	1,29
	Març	2.340	1.751	1,34
	Abril	1.960	1.798	1,09
	Maig	1.750	1.844	0,95
	Juny	1.430	1.890	0,76
	Juliol	700	1.936	0,36
	Agost	720	1.983	0,36
	Setembre	1.220	2.029	0,60
	Octubre	2.245	2.075	1,08
	Novembre	2.750	2.121	1,30
	Desembre	2.950	2.167	1,36
ACTUAL	Gener	3.150	2.214	1,42

	Febrer	3.050	2.260	1,35
	Març	3.020	2.306	1,31
	Abril	2.600	2.352	1,11
	Maig	2.390	2.399	1,00
	Juny	1.900	2.445	0,78
	Juliol	800	2.491	0,32
	Agost	980	2.537	0,39
	Setembre	1.450	2.584	0,56
	Octubre	2.900	2.630	1,10
	Novembre	3.400	2.676	1,27
	Desembre	3.975	2.722	1,46

Fent les mitjanes corresponents per tal de tenir els nous coeficients s'obté:

	Coeficients 2
Coeficient Gener	1,39
Coeficient Febrer	1,32
Coeficient Març	1,32
Coeficient Abril	1,10
Coeficient Maig	0,97
Coeficient Juny	0,77
Coeficient Juliol	0,34
Coeficient Agost	0,37
Coeficient Setembre	0,58
Coeficient Octubre	1,09
Coeficient Novembre	1,28
Coeficient Desembre	1,41

Ara la suma d'aquests coeficients és 11,96, també molt propera a 12.

Amb la darrera tendència trobada (tendència 2) i els darrers coeficients (coeficients 2), es pot calcular una previsió de vendes per a l'any 2006.

Any	Períodes	Tendència 2	Coeficients 2	Previsió = Tendència 2 x Coeficients 2
PROPER	Gener	2.769	1,39	3.856
	Febrer	2.815	1,32	3.715
	Març	2.861	1,32	3.785
	Abril	2.907	1,10	3.192
	Maig	2.954	0,97	2.873
	Juny	3.000	0,77	2.300
	Juliol	3.046	0,34	1.040
	Agost	3.092	0,37	1.159
	Setembre	3.138	0,58	1.824
	Octubre	3.185	1,09	3.479
	Novembre	3.231	1,28	4.147
	Desembre	3.277	1,41	4.623

Aquesta previsió inclou la tendència dels dos darrers anys, així com la estacionalitat detectada, tal i com s'observa a la figura 5.

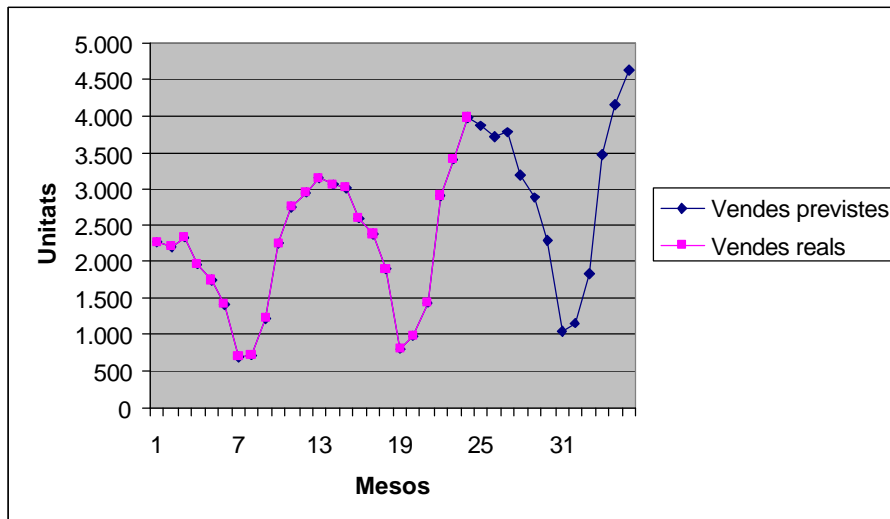


Figura 5: Vendes als anys anterior i actual i previsió per a l'any proper segons l'estacionalitat multiplicativa

d) Si al cap de tres mesos, el director de planificació comprova que les vendes realitzades durant aquest període han estat de: 3.530, 3.670 i 3.620, quin dels dos mètodes anteriors s'ha aproximat més a la realitat?

Si analitzem els dos mètodes utilitzats, les previsions durant els tres primers mesos del proper any han estat:

	Vendes Reals	Vendes previstes (Estacionalitat additiva)	Vendes previstes (Estacionalitat multiplicativa)
Gener	3.530	3.546	3.856
Febrer	3.670	3.466	3.715
Març	3.620	3.521	3.785

Sense fer cap càlcul sembla que el mètode de l'estacionalitat additiva s'ha aproximat més a la realitat. De totes maneres, per tal de formalitzar-ho, la única forma de conèixer quin mètode ha estat millor és calcular un error. Per exemple si utilitzem l'error quadràtic com:

$$\text{Error quadràtic} = \sqrt{\sum_{t=1}^n (\text{Previsió}_T - \text{Vendes Reals}_T)^2}$$

on n és el nombre de períodes a analitzar.

Al cas anterior, els errors quadràtics son:

$$\text{Error quadràtic}_{\text{Estacionalitat Additiva}} = 228$$

$$\text{Error quadràtic}_{\text{Estacionalitat Multiplicativa}} = 453$$

Així doncs, en aquest cas el millor és seguir utilitzant el model de l'estacionalitat additiva per a les previsions en els propers períodes ja que és el que més s'ajusta a la realitat.

PCPERTOTS, S.L.

L'empresa PCPERTOTS es dedica al muntatge i comercialització d'ordinadors portàtils. Les vendes previstes pels propers 8 dies de treball són les següents:

	Estoc inicial	Vendes Previstes
Dilluns 8	120	30
Dimarts 9		30
Dimecres 10		30
Dijous 11		30
Divendres 12		30
Dilluns 15		30
Dimarts 16		60
Dimecres 17		60

Tenint en compte aquestes dades, PCPERTOTS vol determinar quin és el millor Pla Mestre de Producció a portar a terme, entenent com a millor, aquell que sigui més econòmic, i que per tant aportí més beneficis.

En principi, es considera que el nombre de treballadors és fix. Les ordres d'aprovisionament als proveïdors es realitzen mitjançant un punt de comanda, ordenant la compra de 150 ordinadors portàtils en el moment en que les existències baixen per sota de 30 unitats. Es demana:

- Considerant la capacitat del sistema, els estocs inicials i la política a seguir, planteja quin hauria de ser el Pla Mestre pel període considerat (8 dies)?
- Les vendes reals del primer dia (dilluns) han estat de 50 ordinadors portàtils. Això fa replantejar les previsions fetes, i es decideix retocar-les introduint unes noves previsions de 50 ordinadors diaris fins el dilluns dia 15. Com caldrà replantejar la situació per tal de fer front a les previsions inicials pel període?
- Es podrà satisfer la demanda si els següents dies es produeixen les vendes reals següents:

	Vendes reals
Dimarts 9	30
Dimecres 10	40
Dijous 11	30
Divendres 12	20

- En cas que les vendes reals pel següent període siguin les següents, es podrà satisfer la demanda?

	Vendes reals
Dilluns 15	70
Dimarts 16	45
Dimecres 17	65
Dijous 18	30

- Si pels dos períodes considerats les vendes haguessin sigut les següents, també es podria atendre la demanda?

	Vendes reals
Dimecres 10	70
Dijous 11	60

Divendres 12	70
Dilluns 15	90
Dimarts 16	90
Dimecres 17	90
Dijous 18	30

SOLUCIÓ

- a) *Considerant la capacitat del sistema, els estocs inicials i la política a seguir, planteja quin hauria de ser el Pla Mestre pel període considerat (8 dies)?*

Tenint en compte l'estratègia d'anivellament del llançament, quan el nombre d'ordinadors en estoc arribi a 30 s'emetrà l'ordre de producció de 150 ordinadors portàtils. Considerant el nombre de treballadors constant i un estoc inicial de 120 ordinadors, el Pla Mestre de Producció seria el següent:

Estoc inicial (diumenge)= 120 ordinadors

	Dil 8	Dim 9	Dic 10	Dij 11	Div 12	Dil 15	Dim 16	Dic 17
Previsió	30	30	30	30	30	30	60	60
MPS	0	0	0	150	0	0	0	150
Estoc planificat	90	60	30	150	120	90	30	120

- b) *Les vendes reals del primer dia (dilluns) han estat de 50 ordinadors portàtils. Això fa replantejar les previsions fetes, i es decideix retocar-les introduint unes noves previsions de 50 ordinadors diaris fins el dilluns dia 15. Com caldrà replantejar la situació per tal de fer front a les previsions inicials pel període?*

Considerant les vendes del primer dia (dilluns), l'estoc inicial per aquest nou període és de:
Estoc inicial (1r període) – Vendes reals dilluns = 120 – 50 = 70 ordinadors portàtils.

A partir d'aquestes dades es comprova si es pot satisfer la demanda prevista. Els resultats per aquest nou període són els següents:

Estoc inicial (dilluns)= 70 ordinadors

	Dim 9	Dic 10	Dij 11	Div 12	Dil 15	Dim 16	Dic 17	Dij 18
Previsió	50	50	50	50	50	60	60	60
MPS	0	0	150	0	0	0	150	?
Estoc planificat	20	-30	70	20	-30	-90	0	?

Tenint en compte les dades de la planificació anterior i el Pla Mestre de Producció, s'observa que ens trobem amb valors d'estoc negatius, per tant, no es podrà fer front a les noves previsions. Caldrà replanificar el Pla Mestre de Producció completant-lo, al mateix temps, pel nou període de planificació.

Replanificant el Pla Mestre de Producció s'obté el següent resultat:

Estoc inicial (dilluns)= 70 ordinadors

	Dim 9	Dic 10	Dij 11	Div 12	Dil 15	Dim 16	Dic 17	Dij 18
Previsió	50	50	50	50	50	60	60	60
MPS	150	0	0	150	0	0	150	0
Estoc planificat	170	120	70	170	120	60	150	90

c) Es podrà satisfer la demanda si els següents dies es produeixen les vendes reals següents:

	Vendes reals
Dimarts 9	30
Dimecres 10	40
Dijous 11	30
Divendres 12	20

Segons les previsions realitzades i el Pla Mestre de Producció calculat, les vendes es poden satisfer, tal com es pot observar a la següent taula:

Estoc inicial (dilluns)= 70 ordinadors

	Dim 9	Dic 10	Dij 11	Div 12	Dil 15	Dim 16	Dic 17	Dij 18
Previsió	50	50	50	50	50	60	60	60
Vendes reals	30	40	30	20				
MPS	150	0	0	150	0	0	150	0
Estoc planificat	170	120	70	170	120	60	150	90
ATP	120			130			150	

Quan en un període concret les vendes reals siguin menors que la previsió de vendes, l'estoc planificat es calcularà a partir de la previsió de vendes, ja que s'entén que finalment es complirà. En canvi, si les vendes reals fossin superiors a la previsió de vendes, caldria utilitzar aquestes per al càlcul de l'estoc planificat.

Apareix aquí el concepte "ATP" (Available to Promise), és a dir, disponible comprometible que dona una idea de fins a quin punt es podrà satisfer o no una comanda per un període determinat, considerant les unitats compromeses i les que es poden utilitzar en aquell període. L'ATP es calcula per a cada període de llançament segons la següent fórmula:

ATP = Estoc inicial real al període + unitats produïdes segons el MPS – vendes reals.

Per exemple, en el cas anterior, pel període inicial, l'ATP tindria un valor de:

$$ATP = 70 + 150 - (30 + 40 + 30) = 120$$

i pel segon període, de divendres 12 al dimarts 16:

$$ATP = 0 + 150 - (20) = 130$$

Tenint en compte que tant l'estoc planificat com l'ATP són positius per tot el període, es podria atendre la demanda real.

d) En cas que les vendes reals pel següent període siguin les següents, es podrà satisfer la demanda?

	Vendes reals
Dilluns 15	115
Dimarts 16	45
Dimecres 17	65
Dijous 18	30

Tenint en compte el Pla Mestre de Producció previst, el valor de l'ATP per al període i les vendes reals, s'obté el següent:

	Dim 9	Dic 10	Dij 11	Div 12	Dil 15	Dim 16	Dic 17	Dij 18
Previsió	50	50	50	50	50	60	60	60
Vendes reals	30	40	30	20	115	45	65	30
MPS	150	0	0	150	0	0	150	0
Estoc planificat	170	120	70	170	55	-5	80	20
ATP	120			-30			55	
ATP definitiu	90			0			55	

En aquest cas, es pot apreciar que tant l'estoc planificat com l'ATP pel segon període considerat són negatius, el que representa que s'exhaureix el disponible que es té per aquell període. Donat que al període anterior (dim 9 - dij 11) s'ha pogut satisfer la demanda sense problema i l'ATP és de 120, es podrà satisfer la demanda del període actual (div 12 - dic 16) diferint, és a dir, utilitzant el disponible del període anterior ($120 > 30$).

e) Si pels dos períodes considerats les vendes haguessin sigut les següents, també es podria atendre la demanda?

	Vendes reals
Dimarts 9	30
Dimecres 10	70
Dijous 11	60
Divendres 12	70
Dilluns 15	115
Dimarts 16	90
Dimecres 17	90
Dijous 18	30

Com en el cas anterior, cal tenir en compte les dades del Pla Mestre de Producció, l'ATP per a cada període i les dades corresponents a les vendes reals per obtenir:

	Dim 9	Dic 10	Dij 11	Div 12	Dil 15	Dim 16	Dic 17	Dij 18
Previsió	50	50	50	50	50	60	60	60
Vendes reals	30	70	60	70	115	90	90	30
MPS	150	0	0	150	0	0	150	0
Estoc planificat	170	100	40	120	5	-85	-25	-85
ATP	60			-125			30	
ATP definitiu	-65			0			30	

A la taula anterior es pot apreciar que els estocs pels dos darrers períodes (div 12 - dic 16) i (dic 17 – dij 18) són negatius així com l'ATP pel segon període per la qual cosa en aquest cas no és possible diferir ja que no es disposa de suficient disponible per tal de fer front a la manca de capacitat del sistema. Tenint en compte el valor de l'ATP del primer període (dim 9 – dij 11) ($60 < 125$) s'aprecia que no és suficient per respondre a l'ATP negativa del segon període (veure ATP definitiu) i, per aquest motiu, la demanda no es podria atendre.

DORMCOMCAL, S.A.

Per als propers 6 mesos de treball, DORMCOMCAL preveu vendre aproximadament les següents quantitats d'edredons en totes les seves gammes:

	Dies previstos de treball	Vendes Previstes
Juliol	20	400
Agost	5	400
Setembre	22	900
Octubre	22	1.200
Novembre	25	2.500
Desembre	22	2.800

A partir d'aquestes vendes previstes, es vol determinar quin és el millor Pla Mestre de Producció a portar a terme, entenent com a millor, aquell que sigui més econòmic, i que per tant aportí més beneficis a DORMCOMCAL.

Per tal de calcular-ho cal tenir en compte els següents aspectes:

- DORMCOMCAL té en l'actualitat 40 operaris en la secció de cosit, que és la única en que es poden flexibilitzar el nombre de treballadors. Cal tenir en compte que la producció d'edredons és molt manual i de fàcil realització, amb les màquines de que disposa l'empresa, pel que és molt habitual ampliar el nombre d'operaris d'una forma fàcil quan fa falta o prescindir dels seus serveis quan no. Per a fer-ho cal tenir en compte el cost d'introduir un nou treballador és d'aproximadament 1.500 €, i el de prescindir-ne de 3.000 €.
- La roba necessària per a fer un edredó costa uns 120 € per unitat, i el temps necessari per a produir-lo d'unes 6 hores per treballador.
- Cada operari cobra 4 € per hora treballada, o 9 € si aquestes hores son extres. Un operari treballa 8 hores al dia. Cal tenir present que cada operari només pot fer 3 hores extres per cada 10 hores normals realitzades.
- El cost de mantenir un edredó durant un any al magatzem es pot considerar com el 10% del seu cost material.
- Per cada mes que es retardi una comanda a un client, se li fa un descompte de 20 € per edredó comprat.
- Si no es pot, o no es vol, portar a terme tota la producció, una possibilitat és subcontractar-la a una empresa xinesa. Tenint en compte tots els costos relacionats (fabricació, transport, etc.), el cost final d'un edredó subcontractat és de 170 €.
- Cal tenir en compte que en l'actualitat ja hi ha un estoc de 165 edredons a l'empresa.

El director de planificació vol començar a analitzar les necessitats, pel que referència a mà d'obra, per al proper any, el 2006. El primer pas a realitzar és el de calcular la previsió de vendes per a aquest any, i atès que no es preveuen grans canvis a l'entorn de l'empresa (no s'obra cap nou mercat, ni es preveu cap producte nou de la competència, ...), creu oportú calcular-les a partir de les vendes dels dos darrers anys. Per a fer-ho, utilitza quatre estratègies diferents.

Es demana:

- Calcular quin és el pla de producció, els costos associats i el cost mig per peça produïda si el director de planificació utilitza les següents estratègies:

- a) Persecució pura

- b) Anivellament pur
- c) Mà d'obra mínima i subcontractar peces a l'exterior quan sigui necessari.
- d) Mà d'obra constant, és a dir 40 treballadors, i realització d'hores extres quan sigui necessari.
- e) Una vegada calculat el pla seguint les quatre diferents estratègies, quin és el pla òptim de producció? I si no és cap de les quatre opcions calculades, quin creus que és el pla òptim de producció?

SOLUCIÓ

a) Pla de producció segons estratègia de persecució pura

Tenint en compte l'estratègia de persecució pura s'intentarà produir mes a mes allò que és necessari. Per tal de portar-ho a terme caldrà afegir o treure els treballadors, de manera que l'estoc sobrant sigui pràcticament zero.

Estratègia: Persecució pura

	Dies treball	Demanda prevista	Demanda corregida	Hores de feina necessàries	Treballadors necessaris	Treballadors reals
Juliol	20	400	235	1.410	8,81	9
Agost	5	400	400	2.400	60,00	60
Setembre	22	900	900	5.400	30,68	31
Octubre	22	1.200	1.200	7.200	40,91	41
Novembre	25	2.500	2.500	15.000	75,00	75
Desembre	22	2.800	2.800	16.800	95,45	95

	Unitats produïdes	Excés estoc	Treballadors contractats	Treballadors acomiadats
Juliol	240	5	0	31
Agost	400	5	51	0
Setembre	909	14	0	29
Octubre	1.203	17	10	0
Novembre	2.500	17	34	0
Desembre	2.787	4	20	0

Amb aquesta estratègia l'estoc previst és mínim, el que suposa uns costos de possessió reduïts. Per altra banda, l'estratègia comporta un gran moviment de personal, per la qual cosa el cost associat als contractes i acomiadaments acaba suposant un cost elevat a considerar.

	Cost material	Cost mà d'obra	Cost possessió	Cost contractar	Cost acomiadar
Juliol	28.800	5.760	5	0	93.000
Agost	48.000	9.600	5	76.500	0
Setembre	109.120	21.824	14	0	87.000
Octubre	144.320	28.864	17	15.000	0
Novembre	300.000	60.000	17	51.000	0
Desembre	334.400	66.880	4	30.000	0
TOTAL	964.640	192.928	62	172.500	180.000

D'acord amb els càlculs realitzats, els resultats són els següents:

Cost Total = 1.510.130 €
 Peces produïdes = 8.039 unitats
 Cost mig peça = 188 €

b) Pla de producció segons estratègia d'anivellament pur.

Utilitzant l'estratègia d'anivellament pur s'intentarà produir cada dia exactament la mateixa quantitat de productes. A partir del valor obtingut per a la taxa mitja desitjada (69,27 unitats) es generen els valors de producció de cadascun dels mesos per tal de calcular quin nombre de treballadors fix es mantindrà a l'empresa al llarg de tot el període.

Estratègia: Anivellament pur Taxa= 69,27 unitats / dia

	Dies treball	Demanda prevista	Demanda corregida	Producció segons taxa	Treballadors necessaris	Treballadors reals
Juliol	20	400	235	1.385	51,95	52
Agost	5	400	400	346	51,95	52
Setembre	22	900	900	1.524	51,95	52
Octubre	22	1.200	1.200	1.524	51,95	52
Novembre	25	2.500	2.500	1.732	51,95	52
Desembre	22	2.800	2.800	1.524	51,95	52

	Unitats produïdes	Excés estoc	Treballadors contractats	Treballadors acomiadats
Juliol	1.387	1.152	12	0
Agost	347	1.098	0	0
Setembre	1.525	1.724	0	0
Octubre	1.525	2.049	0	0
Novembre	1.733	1.282	0	0
Desembre	1.525	8	0	0

En aquest cas, es pot apreciar que els valors d'estoc són considerablement alts, per la qual cosa els costos de possessió es veuran incrementats de manera evident, mentre que els cost associat al moviment del personal serà relativament baix.

	Cost material	Cost mà d'obra	Cost possessió	Cost contractar	Cost acomiadar
Juliol	166.400	33.280	1.152	18.000	0
Agost	41.600	8.320	1.098	0	0
Setembre	183.040	36.608	1.724	0	0
Octubre	183.040	36.608	2.049	0	0
Novembre	208.000	41.600	1.282	0	0
Desembre	183.040	36.608	8	0	0
TOTAL	965.120	193.024	7.313	18.000	0

A partir d'aquests valors, realitzant els càlculs corresponents s'obtenen els següents resultats:

Cost Total = 1.183.457 €
 Peces produïdes = 8.043 unitats
 Cost mig peça = 147 €

c) Pla de producció segons estratègia de mà d'obra mínima i subcontractar peces a l'exterior quan sigui necessari.

Utilitzant com a estratègia la contractació de mà d'obra mínima, es determina quin és el nombre mínim de treballadors que es mantindran a l'empresa a partir del mes en que una menor quantitat sigui necessària. A partir d'aquest nombre mínim de treballadors, es calcularà quina serà la seva producció i a partir d'aquí es podrà calcular la quantitat de peces que caldrà contractar a l'exterior.

Estratègia: Mà d'obra mínima i subcontractar

	Dies treball	Demanda prevista	Demanda corregida	Treballadors necessaris	Treballadors reals
Juliol	20	400	235	8,81	9
Agost	5	400	400	60,00	9
Setembre	22	900	900	30,68	9
Octubre	22	1.200	1.200	40,91	9
Novembre	25	2.500	2.500	75,00	9
Desembre	22	2.800	2.800	95,45	9

	Unitats produïdes	Unitats subcontractades	Excés estoc	Treballadors contractats	Treballadors acomiadats
Juliol	240	0	5	0	31
Agost	60	335	0	0	0
Setembre	264	636	0	0	0
Octubre	264	936	0	0	0
Novembre	300	2.200	0	0	0
Desembre	264	2.536	0	0	0

En aquest cas, l'estoc s'intenta eliminar i mantenir-lo a zero al llarg de tot el període, per la qual cosa el cost de possessió és quasi nul. En canvi, pel que fa el cost associat al personal, cal tenir en compte el cost elevat atribuït a l'acomiadament dels treballadors existents fins al moment. Els costos totals es veuen afectats també per l'elevat cost de la subcontractació de peces a l'exterior.

	Cost material	Cost mà d'obra	Cost possessió	Cost contractar	Cost acomiadar	Cost subcontractar
Juliol	28.800	5.760	5	0	93.000	0
Agost	7.200	1.440	0	0	0	56.950
Setembre	31.680	6.336	0	0	0	108.120
Octubre	31.680	6.336	0	0	0	159.120
Novembre	36.000	7.200	0	0	0	374.000
Desembre	31.680	6.336	0	0	0	431.120
TOTAL	167.040	33.408	5	0	93.000	1.129.310

En funció dels càlculs anteriors, obtenim com a resultat:

Cost Total = 1.422.763 €
Peces produïdes = 8.035 unitats
Cost mig peça = 177 €

d) Pla de producció segons estratègia de mà d'obra constant, és a dir 40 treballadors, i realització d'hores extres quan sigui necessari.

Seguint aquesta estratègia es mantindrà constant el nombre de treballadors de l'empresa, en aquest cas els 40 treballadors contractats en el moment de realitzar el Pla Mestre de Producció. La producció que manqui s'atendrà utilitzant les hores extres que poden realitzar els treballadors sempre i quan no es superi el límit màxim establert.

Estratègia: Mà d'obra constant i hores extres

	Dies treball	Demanda prevista	Demanda corregida	Treballadors reals	Unitats produïdes	Unitats màximes en hores extres
Juliol	20	400	235	40	1.067	320
Agost	5	400	400	40	267	80
Setembre	22	900	900	40	1.173	352
Octubre	22	1.200	1.200	40	1.173	352
Novembre	25	2.500	2.500	40	1.333	400
Desembre	22	2.800	2.800	40	1.173	352

	Unitats en hores extres	Excés estoc	Treballadors contractats	Treballadors acomiadats
Juliol	312	1.144	0	0
Agost	80	1.090	0	0
Setembre	352	1.716	0	0
Octubre	352	2.041	0	0
Novembre	400	1.274	0	0
Desembre	352	0	0	0

Atenent a la producció que realitzen els treballadors d'acord amb la jornada de treball, s'observa que els estocs experimenten una fluctuació que incrementa considerablement el cost de possessió. També és important el cost associat a les hores extres que cal que realitzin els treballadors per atendre els nivells de producció establerts. Per contra, els costos relacionats amb el moviment de personal són mínims.

	Cost material	Cost mà d'obra	Cost possessió	Cost contractar	Cost acomiadar	Cost hores extres
Juliol	128.000	25.600	1.144	0	0	0
Agost	32.000	6.400	1.090	0	0	0
Setembre	140.800	28.160	1.716	0	0	17.766
Octubre	140.800	28.160	2.041	0	0	51.030
Novembre	160.000	32.000	1.274	0	0	11.988
Desembre	140.800	28.160	0	0	0	19.008
TOTAL	742.400	148.480	7.265	0	0	99.792

En aquest cas els resultats són els següents:

Cost Total = 997.937 €
Peces produïdes = 8.035 unitats
Cost mig peça = 124 €

f) Una vegada calculat el pla seguint les quatre diferents estratègies, quin és el pla òptim de producció? I si no és cap de les quatre opcions calculades, quin creus que és el pla òptim de producció?

No es pot afirmar que cap dels quatre plans sigui l'òptim ja que la utilització d'un mètode intuïtiu per tal de calcular el Pla Mestre de Producció com l'utilitzat, no ens assegura que es trobi l'òptim. En tot cas, només es pot assegurar quina és la millor de les diferents estratègies utilitzades.

Si entre els quatre plans calgués escollir un d'ells, es triaria el que utilitza mà d'obra constant i recórrer a les hores extres quan és necessari, ja que són és el que té un cost per peça menor. Una estratègia a seguir a partir d'ara, per tal de trobar un millor pla, és la de partir d'aquest darrer i introduir lleugeres modificacions per tal d'analitzar com en varien els costos (per exemple, provar amb 41 treballadors enlloc de 40, o introduir la possibilitat de subcontractar, etc.). En tot cas, en cap cas es podrà assegurar que el pla obtingut sigui l'òptim.

POWER CONDITIONED & CO.

Power Conditioned & Co. es dedica a la fabricació de tubs d'aire condicionat pel sector de l'automoció. L'empresa vol enllestir el seu Pla de Producció per al segon semestre i en aquests moments té la següent informació disponible sobre la demanda agregada dels seus productes:

	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Demanda Mensual (unitats)	3.500	4.500	2.000	1.500	3.100	3.350

L'empresa ha pactat amb el Comitè d'Empresa que els dies laborables corresponents al segon semestre seran de 21 dies laborables per tots els mesos, excepte l'agost que tindrà 17 dies laborables i el mes de desembre en que es treballarà 19 dies.

Els tubs d'aire condicionat es poden fabricar en tres cadenes de fabricació diferents, la UX100, la VINKE i la TS34, que es mantenen en funcionament durant 8, 10 i 12 hores al dia respectivament. Cada cadena té diferents capacitats i costos de producció, que queden recollits en la següent taula:

	UX100	VINKE	TS34
Capacitat màxima (unitats / hora)	10	6	3
Cost de producció (€/ unitat)	10	12	8

L'estoc previst a 30 de juny és de 285 tubs, i com que l'empresa fabrica sota estoc, estima que aquestes previsions poden desviar-se en més o menys un 10% sobre els valors donats. Per això el Pla de Producció que vol enllestir ha de complir que si es compleix la demanda indicada quedi un estoc de seguretat a final de cada mes del 10% del valor previst per a aquell mes (se suposa que sempre es pot servir durant un mes la producció realitzada durant aquell mateix mes).

En el cas que sigui necessari emmagatzemar per a altres mesos més tubs que els que fixa l'estoc de seguretat, s'haurà de considerar un cost d'emmagatzemar de 3 € per unitat i mes. En el cas que s'hagi de diferir la demanda, s'haurà de considerar un cost de diferir de 12 € per unitat i mes.

Es demana:

- Determinar la demanda corregida per a tots els mesos considerats.
- Quines són les capacitats mensuals de producció en cada una de les tres cadenes de fabricació?
- Quina és la taxa mitjana de producció (en unitats /dia) al llarg de tot el semestre? Si l'empresa decidís produir segons una taxa diària constant igual a aquesta taxa mitjana, durant el segon semestre de l'any, quin seria el Pla de Producció que hauria de seguir? Indiqueu quins són els mesos en què pot donar-se un excés d'estoc i en quins pot donar-se un defecte d'estoc (preneu com a nivell de referència l'estoc de seguretat impositat).
- Quins són els costos associats a produir en les condicions de l'apartat c).
- En el cas de que el comitè d'empresa hagués limitat les hores de funcionament diari de les tres cadenes de fabricació a 8 hores/dia, i hagués pactat una taxa diària constant igual a 152 unitats/dia, determineu quins són els costos associats a produir sota aquestes condicions, durant els 6 propers mesos. Estudiar quins són els mesos en què pot donar-se un excés d'estoc i en quins pot donar-se un defecte d'estoc (preneu com a nivell de referència l'estoc de seguretat impositat).

Finalment, s'arriba a un acord amb el Comitè d'empresa la possibilitat d'arribar a treballar amb la cadena UX100 fins a 12 hores al dia. Amb la resta de dades de la situació inicial:

- f) Quin seria un Pla de Producció econòmicament òptim si no es permet diferir la demanda?
- g) Quin sobreestoc suposa el pla proposat respecte a la demanda corregida, i quin(s) mes(os) es genera, si n'hi ha?
- h) Un cop obtingut el Pla de Producció, a començaments del mes de setembre arriba una comanda extra de 2.800 tubs d'aire condicionat per a servir-los en el mateix mes. És possible servir-la? Si no és així, quina és la quantitat màxima de tubs que podríem assumir? Quin seria el seu cost?
- i) I si la comanda arriba el mes d'agost per servir-la el mateix mes d'agost?

SOLUCIÓ

a) *Determinar la demanda corregida per a tots els mesos considerats*

	Demanda	Estoc Final	Demanda Corregida
Juny		285	
Juliol	3.500	350	3.565
Agost	4.500	450	4.600
Setembre	2.000	200	1.750
Octubre	1.500	150	1.450
Novembre	3.100	310	3.260
Desembre	3.350	335	3.375
TOTAL	20.950		18.000

Demanda corregida (t) = Demanda (t) + Estoc Final (t) - Estoc Final (t - 1)

b) *Quines són les capacitats mensuals de producció en cada una de les tres cadenes de fabricació?*

	Dies feiners	Capacitat UX100	Capacitat VINKE	Capacitat TS34
Juliol	21	1.680	1.260	756
Agost	17	1.360	1.020	612
Setembre	21	1.680	1.260	756
Octubre	21	1.680	1.260	756
Novembre	21	1.680	1.260	756
Desembre	19	1.520	1.140	684

Capacitat Cadena (i) = [Dies feiners (i) · Capacitat Màxima (i) · X hores /dia]

c) *Quina és la taxa mitjana de producció (en unitats/dia) al llarg de tot el semestre? Si l'empresa decidís produir segons una taxa diària constant igual a aquesta taxa mitjana, durant el segon semestre de l'any, quin seria el Pla de Producció que hauria de seguir? Indiqueu quins són els mesos en què pot donar-se un excés d'estoc i en quins pot donar-se un defecte d'estoc (preneu com a nivell de referència l'estoc de seguretat impositat).*

Taxa mitjana prod. = producció total / dies producció = 18.000/120 = 150 unitats/dia

Tenint en compte que es deixa el recurs de producció més car com a última opció, s'obté:

	Dies feiners	Demanda corregida	Capacitat UX	Capacitat VINK	Capacitat TS34	Taxa producció
Juliol	21	3.565	1.680	1.260	756	150
Agost	17	4.600	1.360	1.020	612	150
Setembre	21	1.750	1.680	1.260	756	150
Octubre	21	1.450	1.680	1.260	756	150
Novembre	21	3.260	1.680	1.260	756	150
Desembre	19	3.375	1.520	1.140	684	150
TOTAL	120	18.000	9.600	7.200	4.320	

	Unitats produïdes	Producció UX	Producció VINK	Producció TS34	Excés estoc	Defecte estoc
Juliol	3.150	1.680	714	756	0	415
Agost	2.550	1.360	578	612	0	2.465
Setembre	3.150	1.680	714	756	0	1.065
Octubre	3.150	1.680	714	756	635	0
Novembre	3.150	1.680	714	756	525	0
Desembre	2.850	1.520	646	684	0	0
TOTAL	18.000	9.600	4.080	4.320	1.160	3.945

Així doncs, el Pla de producció a seguir és el següent:

	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	TOTAL
Producció amb UX100	1.680	1.360	1.680	1.680	1.680	1.520	9.600
Producció amb VINKE	714	578	714	714	714	646	4.080
Producció amb TS34	756	612	756	756	756	684	4.320
TOTAL PRODUCCIÓ	3.150	2.550	3.150	3.150	3.150	2.850	18.000

d) Quins són els costos associats a produir en les condicions de l'apartat c).

	Unitats	Cost unitari	Cost total
Producció amb UX100	9.600 u ·	10 €/u =	96.000 €
Producció amb VINKE	4.080 u ·	12 €/u =	48.960 €
Producció amb TS34	4.320 u ·	8 €/u =	34.560 €
Producció en excés:	1.160 u ·	3 €/u =	3.480 €
Producció en defecte:	3.945 u ·	12 €/u =	47.340 €
COST TOTAL			230.340 €

Mesos amb excés: octubre i novembre.

Mesos amb defecte: juliol, agost i setembre.

e) En el cas de que el comitè d'empresa hagués limitat les hores de funcionament diari de les tres cadenes de fabricació a 8 hores/dia, i hagués pactat una taxa diària constant igual a 152 unitats/dia, determineu quins són els costos associats a produir sota aquestes condicions, durant els 6 propers mesos. Estudiar quins són els mesos en què pot donar-se un excés d'estoc i en quins pot donar-se un defecte d'estoc (preneu com a nivell de referència l'estoc de seguretat imposat).

	Dies feiners	Demanda corregida	Capacitat UX	Capacitat VINK	Capacitat TS34	Taxa producció
Juliol	21	3.565	1.680	1.008	504	152
Agost	17	4.600	1.360	816	408	152
Setembre	21	1.750	1.680	1.008	504	152
Octubre	21	1.450	1.680	1.008	504	152

1750	Cost unitari			18	11	13	15	8	10	12									
	Unitats produïdes							756	994	0									
OCTUBRE	Capacitat disponible							0	1526	1260	756	2520	1260						
	Cost unitari							11	13	15	8	10	12						
1450	Unitats produïdes										756	694	0						
	Capacitat disponible										0	1826	1260	756	2520	1260			
NOVEMBRE	Cost unitari										11	13	15	8	10	12			
	Unitats produïdes													756	2504	0			
3260	Capacitat disponible													0	16	1260	684	2280	1140
	Cost unitari													11	13	15	8	10	12
DESEMBRE	Unitats produïdes																684	2280	411
	Capacitat disponible																		
3375	Cost unitari																		
	Unitats produïdes																		
PRODUCCIÓ TOTAL		756	2520	1217	612	2040	1020	756	994	-	756	694	-	756	2504	-	684	2280	411

El Pla de Producció és:

	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	TOTAL
Producció amb UX100	2.520	2.040	994	694	2.504	2.280	11.032
Producció amb VINKE	1.217	1.020	-	-	-	411	2.648
Producció amb TS34	756	612	756	756	756	684	4.320
TOTAL PRODUCCIÓ	4.493	3.672	1.750	1.450	3.260	3.375	18.000

g) *Quin sobreestoc suposa el pla proposat respecte a la demanda corregida, i quin(s) mes(os) es genera, si n'hi ha?*

Sobreestoc = 928 unitats de juliol a agost

h) *Un cop obtingut el Pla de Producció, a començaments del mes de setembre arriba una comanda extra de 2.800 tubs d'aire condicionat per a servir-los en el mateix mes. És possible servir-la? Si no és així, quina és la quantitat màxima de tubs que podríem assumir? Quin seria el seu cost?*

No és possible servir-la tota. Només podem servir fins a $1.526 \text{ u} + 1.260 \text{ u} = 2.786$ unitats

El cost de la comanda serà de:

Cost comanda = $(1.526 \text{ u} \cdot 10 \text{ €/u}) + (1.260 \text{ u} \cdot 12 \text{ €/u}) = 15.260 \text{ €} + 15.120 \text{ €} = 30.380 \text{ €}$

i) *I si la comanda arriba el mes d'agost per servir-la el mateix mes d'agost?*

En aquest cas no podem servir cap quantitat, ja que no hi ha capacitat sobrant, tenint en compte que no es vol tocar l'estoc de seguretat imposat.

TOTS-SECS, S.A

Tots-Secs, S.A. és una fàbrica de paraigües que està a punt d'elaborar el seu Pla Mestre de Producció per als 5 primers mesos del proper any. En principi, des del departament comercial de l'empresa, s'ha confirmat que les previsions de vendes són les següents:

Mes	Vendes previstes
Gener	800
Febrer	900
Març	900
Abril	1.150
Maig	750

Per altra part, la producció màxima que pot assolir l'empresa mensualment és de 1.000 paraigües, excepte el mes de Març on només se'n poden produir 500 ja que la fàbrica restarà tancada 15 dies.

Tot i això, si fes falta, la producció màxima es podria incrementar mitjançant la realització d'hores extres, tenint en compte que el conveni del sector no permet fer més d'un 10% d'hores extres respecte a les hores normals realitzades.

Si fessin falta encara més unitats, una altra solució és subcontractar-les a una empresa asiàtica que s'ha compromès a fabricar fins a 200 paraigües al mes, a un cost de 15€ cadascun.

Els paraigües que l'empresa fabrica costen 10€ la unitat si es realitzen dins l'horari normal, i 12€ si es realitzen durant les hores extres.

Finalment, cal tenir en compte que el cost de possessió anual d'un paraigües és de 12€ (cost de tenir un paraigües guardat al magatzem durant un any).

Es demana:

- Quin és el pla òptim de fabricació per a aquests 5 mesos? (Podeu utilitzar el mètode de Bowman.)
- Quin és el cost d'aquest pla?
- En aquest pla, quina quantitat es produeix en excés, en quins mesos i a quins mesos es destina aquesta producció?

La direcció de l'empresa decideix analitzar què succeiria si els seus clients permetessin que se'ls diferissin les comandes. Quan això es donés, es podria valorar com un cost addicional d'1,5 € per paraigües i mes (cost de diferir).

Es demana:

- Quin és el nou pla de producció si es permet que es difereixi?
- Quina variació de cost suposa aquest pla respecte l'anterior?
- Es pot afirmar que alguns dels dos plans anteriors és òptim, és a dir, és el millor que podem trobar amb les dades que coneixem del problema?

SOLUCIÓ

a) Quin és el pla òptim de fabricació per aquests 5 mesos?

Utilitzant el mètode de Bowman, tenint en compte que el cost mensual de possessió és de 1€ (ja que l'annual és de 12€):

		GENER			FEBRER			MARÇ			ABRIL			MAIG		
		P.N.	P.E.	P.S.	P.N.	P.E.	P.S.	P.N.	P.E.	P.S.	P.N.	P.E.	P.S.	P.N.	P.E.	P.S.
		1.000	100	200	1.000	100	200	500	50	200	1.000	100	200	1.000	100	200
GENER	Capacitat disponible	1.000	100	200												
	Cost unitari	10	12	15												
	Unitats produïdes	800														
800	Capacitat disponible															
	Cost unitari															
	Unitats produïdes															
FEBRER	Capacitat disponible	200	100	200	1.000	100	200									
	Cost unitari	11	13	16	10	12	15									
	Unitats produïdes				900											
900	Capacitat disponible															
	Cost unitari															
	Unitats produïdes															
MARÇ	Capacitat disponible	200	100	200	100	100	200	500	50	200						
	Cost unitari	12	14	17	11	13	16	10	12	15						
	Unitats produïdes	200			100	50		500	50							
900	Capacitat disponible															
	Cost unitari															
	Unitats produïdes															
ABRIL	Capacitat disponible	0	100	200	0	50	200	0	0	200	1.000	100	200			
	Cost unitari	13	15	18	12	14	17	11	13	16	10	12	15			
	Unitats produïdes					50					1.000	100				
1.150	Capacitat disponible															
	Cost unitari															
	Unitats produïdes															
MAIG	Capacitat disponible	0	100	200	100	0	200	500	50	200	0	0	200	1.000	100	200
	Cost unitari	14	16	19	13	15	18	12	14	17	11	13	16	10	12	15
	Unitats produïdes													750		
PRODUCCIÓ TOTAL		1.000			1.000	100		500	50		1.000	100		750		

El Pla de Producció resultant és:

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig
Producció en hores normals	1.000	1.000	500	1.000	750
Producció en hores extres		100	50	100	
Producció subcontractada					

b) Quin és el cost d'aquest pla?

A partir del Pla de Bowman, tenint en compte les unitats produïdes i el seu cost, el cost total del Pla de Producció és:

Mes	Cost hores normals	Cost hores extres	Cost subcontractació	Cost Total
Gener	10.400 €	0	0	10.400 €
Febrer	10.100 €	1.350 €	0	11.450 €

Març	5.000 €	600 €	0	5.600 €
Abril	10.000 €	1.200 €	0	11.200 €
Maig	7.500 €	0	0	7.500 €

Cost total: 46.150 €

c) *En aquest pla, quina quantitat es produeix en excés, en quins mesos i a quins mesos es destina aquesta producció?*

A partir de la taula del mètode de Bowman, s'observa que:

- El mes de Gener es produeixen 200 unitats en excés en hores normals destinades a la demanda del mes de Març
- El mes de Febrer es produeixen 100 unitats en excés en hores normals i 50 unitats en hores extres destinades a la demanda del mes de Març, i 50 unitats en hores extres destinades a la demanda del mes d'Abril.

d) *Quin és el nou pla de producció si es permet que es difereixi?*

Si es permet diferir hi hauran alguns canvis respecte al pla anterior, ja que en alguns mesos serà més econòmic diferir que no guardar peces en estoc, realitzar peces en hores extres o subcontractar-les. Cal analitzar mes a mes com es pot cobrir la demanda. Una opció és fer els canvis:

Març: Seguirem produint 500 peces en hores normals, però enlloc de cobrir la demanda mitjançant una producció en excés durant els mesos de gener i febrer, preferirem fabricar només 100 peces en excés en hores normals durant el mes de febrer i diferir un mes 300 peces fabricades en hores normals. Es prefereix diferir abans que tenir sobreestoc ja que el seu cost, 1,5 € per peça, és inferior als 2 € que costa cada peça fabricada al mes de gener en hora normal per cobrir la demanda del mes de març.

Abril: Atès que aquest mes caldrà fabricar peces per servir les comandes diferides del mes de març, només es podran fabricar 700 peces en hores normals per atendre la demanda del mes d'abril. Les 450 peces restants es diferiran un mes, és a dir, es deixaran pendents de fabricar pel mes següent en hores normals.

Maig: Per atendre les comandes d'aquest mes caldrà fabricar 550 peces en hores normals, 100 en hores extres, i haver guardat en estoc 100 peces fabricades en hores extres durant el mes d'abril.

D'aquesta forma, agrupant tots els resultats obtinguts, el nou pla de producció és:

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig
Producció en hores normals	800	1.000	500	1.000	1.000
Producció en hores extres				100	100
Producció subcontractada					

e) *Quina variació de cost suposa aquest pla respecte al anterior?*

Calculant els costos d'aquest darrer Pla de Producció s'obté:

Mes	Cost hores normals	Cost hores extres	Cost subcontractació	Cost Total
Gener	8.000 €	0	0	8.000 €
Febrer	10.100 €	0	0	10.100 €
Març	5.000 €	0	0	5.000 €
Abril	10.450 €	1.300 €	0	11.750 €
Maig	10.675 €	1.200 €	0	11.875 €

Cost total: 46.725 €

Així doncs, aquest pla és pitjor que l'anterior ja que suposa un increment de cost de 575 €

f) *Es pot afirmar que alguns dels dos plans anteriors és òptim, és a dir, és el millor que podem trobar amb les dades que coneixem del problema?*

Quan utilitzem el mètode de Bowman, i per tant no es permet diferir les comandes, aquest mètode ens dona l'òptim. Així doncs el primer pla ens dona una solució òptima.

Per altre part, quan es permet diferir les comandes això no ho podem assegurar. El mètode aplicat dona una bona solució, però en cap cas no es pot assegurar que aquesta sigui la òptima. De fet, en el cas del problema presentat i comparant els costos totals, el que segur que es pot assegurar és que no és l'òptim, ja que aplicant la mateixa solució trobada al primer apartat ja s'obtidria una solució millor que no la trobada.

PAISAL

Abans de començar la temporada d'estiu i davant d'una oferta especial d'un proveïdor en els preus dels licors, el supermercat PAISAL es planteja la possibilitat de fer una compra elevada de productes. Els productes que més compra, així com els preus de compra i de venda són els següents:

Producte	Vendes previstes de la temporada (caixes)	Preu compra oferta (€/ ampolla)	Preu compra normal (€/ ampolla)	Preu venda (€/ ampolla)
Martini	80	9	13	14
Ricard	150	12	14	16
Bacardi	100	16	17	19

El preu de compra "oferta" és el preu ofert pel proveïdor, i només serà vàlid per aquesta compra a l'inici de la temporada. Per a la resta de la temporada, el preu serà el preu de compra "normal".

El supermercat només pot emmagatzemar 260 caixes (ara, a l'inici de la temporada), ja que no disposa de més magatzem, i només pot invertir-hi 39.600 € (ara, a l'inici de la temporada), perquè tampoc disposa de més diners.

Cal tenir present que cada caixa conté 12 ampolles.

El supermercat vol decidir quantes caixes de cada producte ha de comprar, i per a fer-ho, es planteja un programa lineal

- Plantejar el programa lineal a resoldre. (Definir les variables, la funció objectiu, i les restriccions a tenir en compte)
- Sense fer cap càlcul, s'ha vist que una possible solució és comprar 60 caixes de Martini, 110 de Ricard i 90 de Bacardi. Creus que aquesta solució pot ser la òptima?, o és molt fàcil trobar-ne una de millor? (No cal resoldre el programa lineal, sinó raonar-ho)
- El supermercat té la possibilitat de llogar un magatzem durant el període establert amb un cost total de 500 €, en el que s'hi poden ubicar 50 caixes més. Com canvia el programa lineal per poder calcular si ens surt a compte llogar-lo o no?

SOLUCIÓ

- Plantejar el programa lineal a resoldre. (Definir les variables, la funció objectiu, i les restriccions a tenir en compte)*

Variables a utilitzar:

M1 = Caixes de Martini a comprar al preu d'oferta a l'inici de temporada
R1 = Caixes de Ricard a comprar al preu d'oferta a l'inici de temporada
B1 = Caixes de Bacardi a comprar al preu d'oferta a l'inici de temporada
M2 = Caixes de Martini a comprar a preu normal durant la temporada
R2 = Caixes de Ricard a comprar a preu normal durant la temporada
B2 = Caixes de Bacardi a comprar a preu normal durant la temporada

Funció objectiu:

$$\text{Min}[Z] = M1 \cdot 9 + M2 \cdot 13 + R1 \cdot 12 + R2 \cdot 14 + B1 \cdot 16 + B2 \cdot 17$$

Restriccions:

$$M1 + M2 = 80$$

$$R1 + R2 = 150$$

$$B1 + B2 = 100$$

$$M1 + R1 + B1 \leq 260$$

$$M1 \cdot 9 \cdot 12 + R1 \cdot 12 \cdot 12 + B1 \cdot 16 \cdot 12 \leq 39.600$$

$$M1, M2, R1, R2, B1, B2 \geq 0$$

b) Sense fer cap càlcul, s'ha vist que una possible solució és comprar 60 caixes de Martini, 110 de Ricard i 90 de Bacardi. Creus que aquesta solució pot ser la òptima?, o és molt fàcil trobar-ne una de millor? (No cal resoldre el programa lineal, sinó raonar-ho)

No és la solució òptima, ja que surt més a compte comprar caixes de Martini d'oferta, que no de Bacardi. Només cal mirar la diferència entre els preus de compra i venda de cadascun d'ells.

De fet, si haguéssim resolt el programa lineal mitjançant el simplex s'obtindria que la solució òptima és:

$$\begin{aligned} M1 &= 80 \text{ caixes} \\ R1 &= 150 \text{ caixes} \\ B1 &= 30 \text{ caixes} \\ M2 &= 0 \text{ caixes} \\ R2 &= 0 \text{ caixes} \\ B2 &= 70 \text{ caixes} \end{aligned}$$

On s'han comprat el màxim nombre de caixes (260)

Per tant, de les 260 caixes a comprar a preu d'oferta, la solució òptima és comprar-ne 80 de Martini, 150 de Ricard i 30 de Bacardi. Restaran per comprar durant la temporada 70 caixes de Bacardi.

c) El supermercat té la possibilitat de llogar un magatzem durant el període establert amb un cost total de 500 €, en el que s'hi poden ubicar 50 caixes més. Com canvia el programa lineal per poder calcular si ens surt a compte llogar-lo o no?

Cal afegir la següent variable:

$X =$ És una variable binària que pot valer 1 o 0.
Si X val 1, indicaria que es decideix llogar el magatzem, i si val 0 que no es decideix fer-ho

La funció objectiu variaria de la següent forma:

$$\text{Min}[Z] = M1 \cdot 9 + M2 \cdot 13 + R1 \cdot 12 + R2 \cdot 14 + B1 \cdot 16 + B2 \cdot 17 + 500 \cdot X$$

I les restriccions serien les següents:

$$M1 + M2 = 80$$

$$R1 + R2 = 150$$

$$B1 + B2 = 100$$

$$M1 + R1 + B1 \leq 260 + 50 \cdot X$$

$$M1 \cdot 9 \cdot 12 + R1 \cdot 12 \cdot 12 + B1 \cdot 16 \cdot 12 + 500 \cdot X \leq 39.600$$

$$M1, M2, R1, R2, B1, B2 \geq 0$$

$$0 \leq X \text{ (binària)} \leq 1$$

Resolent el programa lineal s'obté que la solució òptima és:

$$M1 = 80 \text{ caixes}$$

$$R1 = 150 \text{ caixes}$$

$$B1 = 46 \text{ caixes}$$

$$M2 = 0 \text{ caixes}$$

$$R2 = 0 \text{ caixes}$$

$$B2 = 54 \text{ caixes}$$

$$X = 1 \text{ (Per tant, surt a compte llogar el magatzem)}$$

On s'han gastat tots els diners disponibles (39.600 €)

OPTILUX, S.A.

El director de planificació i control de la producció de OPTILUX S.A. vol trobar un pla mestre de producció òptim per als propers mesos.

La programació lineal és una eina que pot ser utilitzada en el procés de planificació per assignar la capacitat operativa per satisfer la demanda prevista. No és un mètode de prova i error com altres mètodes gràfics, sinó que produeix un pla òptim que minimitza els costos (o maximitza beneficis), i això és el que es vol a OPTILUX S.A.

Durant els tres primeres mesos de l'any vinent OPTILUX S.A. ha rebut comandes de productes de la famílies C i D d'un dels seus clients més importants i pretén buscar el pla òptim de producció per poder-les satisfer. En la taula adjunta apareixen les quantitats agregades de comandes a satisfer,

DATES DE LLIURAMENT	C	D
31 de gener	5.000 u.	1.000 u.
28 de febrer	6.000 u.	4.000 u.
31 de març	4.000 u.	6.000 u.

L'empresa disposa de dos tipus de màquines per realitzar els productes de la família C i de la D que són les màquines Alfa i les Beta. Les hores de producció disponibles durant el primer trimestre del proper any són:

MES	ALFA	BETA
Gener	900 h.	1.400 h.
Febrer	200 h.	300 h.
Març	900 h.	500 h.

Les taxes de producció per cada parella tipus de màquina - família de productes, expressades en hores per unitat produïda, són les que es detallen a continuació,

	ALFA	BETA
Família de productes C	0,15	0,16
Família de productes D	0,12	0,14

Els costos variables de producció són de 700 €/ hora d'operació, independentment del tipus de màquina utilitzada i de l'article produït. El cost de mantenir l'inventari és de 15€ article/mes. Els costos de material són de 425€ per unitat pels articles de la família C i de 525€ per unitat pels de la família D. Els costos d'acabat, empaquetat i enviament són de 50€ independentment de quin article es tracti.

A causa de l'extrema competència entre les empreses del sector a OPTILUX S.A. s'han vist obligats a reduir el preu de venda, i per tal de mantenir el marge necessiten reduir els costos de producció i comercialització. Actualment els articles de la família C es venen a 975€ i els de la família D a 1250€. Se suposa que aquest preu es mantindrà fins a finals del primer trimestre del proper any. Considera nul l'estoc inicial i final.

A partir d'aquestes condicions es demana,

- Quines son les quantitats òptimes a produir per OPTILUX, S.A ? A tal efecte, planteja i resol el programa lineal que optimitzi el sistema productiu de l'empresa.

- b) La màquina Beta s'ha de sotmetre a manteniment durant un llarg període de temps i per això veu reduïdes en un 20% les seves hores de disponibilitat. Com canvia el pla de producció donat aquest supòsit?

SOLUCIÓ

- a) *Quines son les quantitats òptimes a produir per OPTILUX, S.A ? A tal efecte, planteja i resol el programa lineal que optimitzi el sistema productiu de l'empresa.*

Per al càlcul de les variables a utilitzar, i atès que l'enunciat especifica que l'estoc final és nul, així com l'inicial, no només es podrà evitar treballar amb variables que especifiquin quin és aquest estoc, sinó que cal entendre que tot el que es produeix serà venut. D'aquesta manera, no caldrà diferenciar entre el que es produeix cada mes i el que realment es ven. Així doncs, les variables a utilitzar seran:

PCGA = Producció de C al mes de gener a la màquina Alfa
 PCGB = Producció de C al mes de gener a la màquina Beta
 PCFA = Producció de C al mes de febrer a la màquina Alfa
 PCFB = Producció de C al mes de febrer a la màquina Beta
 PCMA = Producció de C al mes de març a la màquina Alfa
 PCMB = Producció de C al mes de març a la màquina Beta
 PDGA = Producció de D al mes de gener a la màquina Alfa
 PDGB = Producció de D al mes de gener a la màquina Beta
 PDFA = Producció de D al mes de febrer a la màquina Alfa
 PDFB = Producció de D al mes de febrer a la màquina Beta
 PDMA = Producció de D al mes de març a la màquina Alfa
 PDMB = Producció de D al mes de març a la màquina Beta
 ECG = Estoc de productes C al final del mes de gener
 EDG = Estoc de productes D al final del mes de gener
 ECF = Estoc de productes C al final del mes de febrer
 EDF = Estoc de productes D al final del mes de febrer

Funció objectiu:

$$\begin{aligned} \text{Max}[Z] = & 500 \cdot (PCGA + PDGA + PCFA + PDFA + PCMA + PDMA) + \\ & + 675 \cdot (PCGB + PDGB + PCFB + PDFB + PCMB + PDMB) - \\ & - (PCGA \cdot 0,15 + PDGA \cdot 0,12 + PCFA \cdot 0,15 + PDFA \cdot 0,12 + PCMA \cdot 0,15 + PDMA \cdot 0,12 + \\ & + PCGB \cdot 0,16 + PDGB \cdot 0,14 + PCFB \cdot 0,16 + PDFB \cdot 0,14 + PCMB \cdot 0,16 + PDMB \cdot 0,14) \cdot 700 - \\ & - (ECG + EDG + ECF + EDF) \cdot 15 \end{aligned}$$

Per al càlcul de la funció objectiu, cal tenir present que per als productes de la família C el benefici de cada unitat venuda és de 500, tenint en compte que es venen a 975 però que tenen un cost de material de 425 i d'emmagatzematge de 50. Addicionalment, la resta de funció inclourà els costos de fabricació i els d'emmagatzematge.

De forma paral·lela es poden calcular els beneficis i costos associats als productes de la família D.

Restriccions:

$$\begin{aligned}
PCGA \cdot 0,15 + PDGA \cdot 0,12 &\leq 900 \\
PCFA \cdot 0,15 + PDFA \cdot 0,12 &\leq 200 \\
PCMA \cdot 0,15 + PDMA \cdot 0,12 &\leq 900 \\
PCGB \cdot 0,16 + PDGB \cdot 0,14 &\leq 1.400 \\
PCFB \cdot 0,16 + PDFB \cdot 0,14 &\leq 300 \\
PCMB \cdot 0,16 + PDMB \cdot 0,14 &\leq 500 \\
PCGA + PCGB - 5.000 &= ECG \\
PDGA + PDGB - 1.000 &= EDG \\
ECG + PCFA + PCFB - 6.000 &= ECF \\
EDG + PDFA + PDFB - 4.000 &= EDF \\
ECF + PCMA + PCMB - 4.000 &= 0 \\
EDF + PDMA + PDMB - 6.000 &= 0 \\
PCGA, PCFA, PCMA, PCGB, PCFB, PCMB &\geq 0 \\
PDGA, PDFA, PDMA, PDGB, PDFB, PDMB &\geq 0 \\
ECG, EDG, ECF, EDF &\geq 0
\end{aligned}$$

Solucionant el programa lineal s'obté:

$$\begin{aligned}
PCGA &= 3.417 \text{ u.} \\
PCGB &= 6.250 \text{ u.} \\
PCFA &= 1.333 \text{ u.} \\
PCFB &= 0 \text{ u.} \\
PCMA &= 4.000 \text{ u.} \\
PCMB &= 0 \text{ u.} \\
PDGA &= 0 \text{ u.} \\
PDGB &= 2.857 \text{ u.} \\
PDFA &= 0 \text{ u.} \\
PDFB &= 2.143 \text{ u.} \\
PDMA &= 2.429 \text{ u.} \\
PDMB &= 3.571 \text{ u.} \\
ECG &= 4.667 \text{ u.} \\
EDG &= 1.857 \text{ u.} \\
ECF &= 0 \text{ u.} \\
EDF &= 0 \text{ u.}
\end{aligned}$$

Amb uns beneficis totals òptims de 12.833.143 €

b) *La màquina Beta s'ha de sotmetre a manteniment durant un llarg període de temps i per això veu reduïdes en un 20% les seves hores de disponibilitat. Com canvia el pla de producció donat aquest supòsit?*

L'únic que cal fer és canviar les restriccions referents a la màquina Beta, i tornar a calcular la solució del programa lineal. D'aquesta forma, les anteriors restriccions:

$$\begin{aligned}
PCGB \cdot 0,16 + PDGB \cdot 0,14 &\leq 1.400 \\
PCFB \cdot 0,16 + PDFB \cdot 0,14 &\leq 300 \\
PCMB \cdot 0,16 + PDMB \cdot 0,14 &\leq 500
\end{aligned}$$

passen a ser:

$$PCGB \cdot 0,16 + PDGB \cdot 0,14 \leq 1.120$$

$$PCFB \cdot 0,16 + PDFB \cdot 0,14 \leq 240$$

$$PCMB \cdot 0,16 + PDMB \cdot 0,14 \leq 400$$

i la solució al programa lineal, i per tant el nou pla de producció:

$$PCGA = 6.000 \text{ u.}$$

$$PCGB = 4.778 \text{ u.}$$

$$PCFA = 737 \text{ u.}$$

$$PCFB = 0 \text{ u.}$$

$$PCMA = 3.486 \text{ u.}$$

$$PCMB = 0 \text{ u.}$$

$$PDGA = 0 \text{ u.}$$

$$PDGB = 2.540 \text{ u.}$$

$$PDFA = 746 \text{ u.}$$

$$PDFB = 1.714 \text{ u.}$$

$$PDMA = 3.143 \text{ u.}$$

$$PDMB = 2.8757 \text{ u.}$$

$$ECG = 5.778 \text{ u.}$$

$$EDG = 1.540 \text{ u.}$$

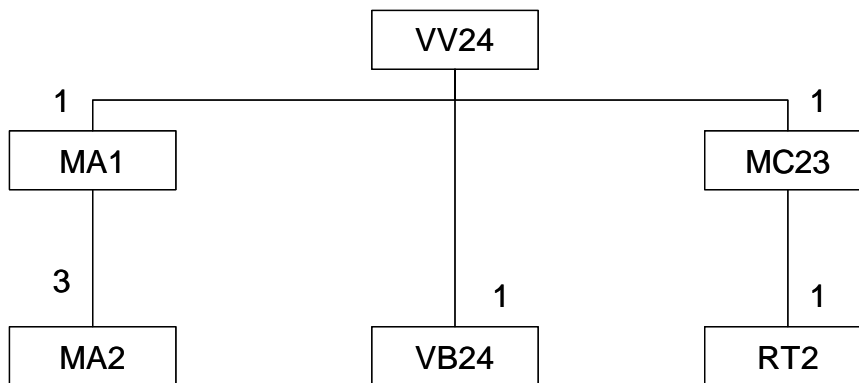
$$ECF = 514 \text{ u.}$$

$$EDF = 0 \text{ u.}$$

Amb uns beneficis totals òptims de 12.331.079 €

MARS, S.A.

L'empresa MARS, S.A. té entre la seva gamma de productes el producte VV24. La seva estructura BOM és la següent:



El producte VV24 es comercialitza en dos colors, blanc o negre. El Pla Mestre (MPS) proposat per a les properes 2 setmanes és el següent:

	Setmana 1					Setmana 2				
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
VV24(blanc)					110	135	80	35		
VV24(negre)				75	280	125	85			

Consultant la informació que es recull a les rutes de fabricació sabem que per a fabricar una unitat d'article VV24, sigui el color que sigui, necessitem 1 min/u al Centre de treball 1 (CT1). De la mateixa manera l'article MA1 requereix de 2 min/u al CT1 i l'MC23 de 3 min/u al mateix centre de treball. Els articles MA1 i MC23 també requereixen d'una operació que es fa al Centre de treball 2 (CT2) i que triga a fer-se 0,5 minuts sobre cada unitat de producte. L'experiència fa que l'empresa hagi determinat el CT1 com a centre de treball crític.

El lead-time de fabricació de cada un dels articles és d'un dia i el lead-time d'aprovisionament de tres dies.

El calendari laboral pactat entre la direcció i el comitè d'empresa és de 5 dies laborables a la setmana en 2 torns de 7 hores cada dia.

Es demana:

- Quin seria un Pla Mestre agregat (per setmanes i colors), si el Cap de Producció no considera el lead-time de fabricació? Comproveu la seva factibilitat a través del càlcul de la planificació aproximada de recursos, RCCP (Rough Cut Capacity Planning), sota aquestes condicions.
- Quin seria el nou Pla Mestre que proposaria el Cap de Producció si només agregués per productes i tingués en compte el lead-time de fabricació? Torneu a calcular el RCCP en aquestes condicions.
- Després d'analitzar l'RCCP anterior, el Cap de Producció proposa un nou Pla Mestre on introdueix les següents consideracions: avançar la producció un dia respecte l'MPS inicial; fabricar mantenint una taxa diària de producció de 140 unitats; diferir la demanda un dia. Calculeu quin seria aquest nou pla i feu la seva comprovació a través del RCCP.

SOLUCIÓ

- a) *Quin seria un Pla Mestre agregat (per setmanes i colors), si el Cap de Producció no considera el lead-time de fabricació? Comproveu la seva factibilitat a través del càlcul de la planificació aproximada de recursos, RCCP (Rough Cut Capacity Planning), sota aquestes condicions.*

Es calcula el MPS agregat per productes i temps:

	Setmana 1	Setmana 2
Família VV24	465	460

Ara fem el càlcul del RCCP pel recurs crític, que és el CT1:

	Setmana 1	Setmana 2
Hores disponibles	70	70
Hores necessàries (CT1)	46,5	46

A continuació es mostra la representació gràfica del RCCP:

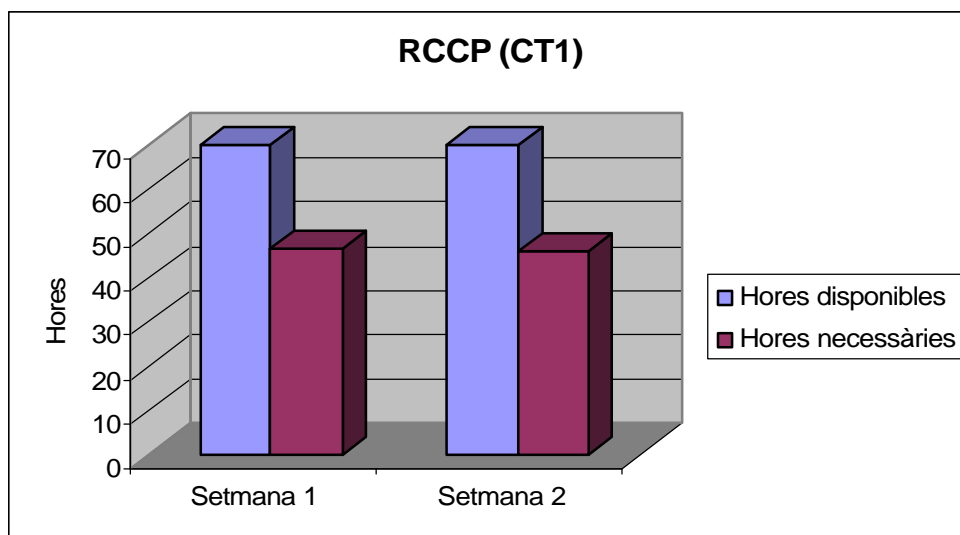


Figura 1: Càrrega de treball prevista aproximada del Centre de Treball 1

En el gràfic es veu que en principi el MPS proposat és factible. Malgrat tot, l'agregació temporal realitzada pot ser pot representativa de la realitat, que no incorrecta, ja que la producció no està igualment distribuïda dins cada setmana i justament al agregar es dona per entès que existeix aquesta uniformitat.

- b) *Quin seria el nou Pla Mestre que proposaria el Cap de Producció si només agregués per productes i tingués en compte el lead-time de fabricació? Torneu a calcular el RCCP en aquestes condicions.*

A continuació es planteja un nou MPS agregant només per productes.

	Setmana 1					Setmana 2				
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
Producció VV24				75	390	260	165	35		

A partir d'aquest MPS fem el càlcul del RCCP del CT1, tenint en compte el lead-time de fabricació:

	Setmana 1					Setmana 2				
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
Hores disponibles	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Hores necessàries		6,25	33,75	28,16	18,08	5,66	0,58			

A continuació es representa gràficament el resultat obtingut:

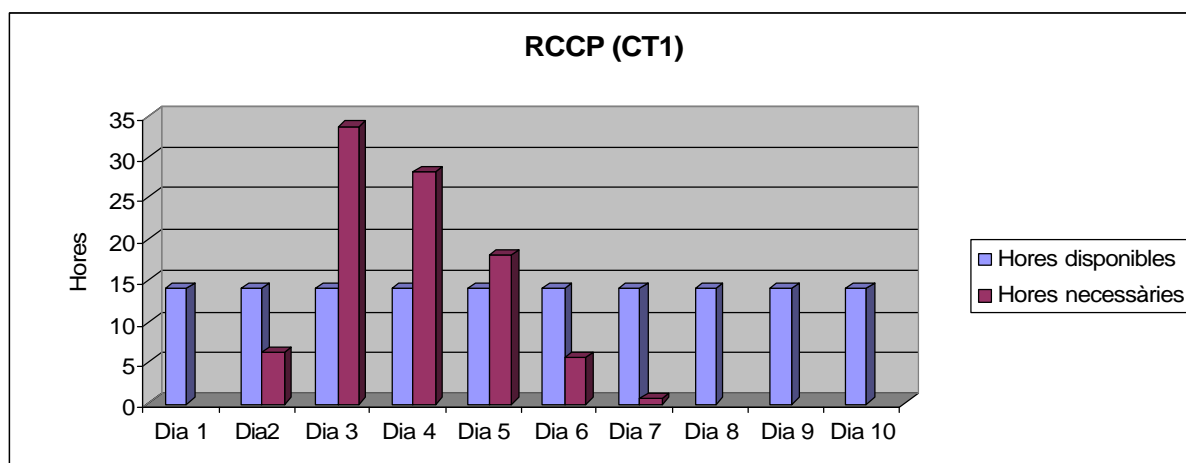


Figura 2: Càrrega de treball prevista aproximada del Centre de Treball 1

Aquest Pla Mestre de Producció no es podrà portar a terme, ja que durant tres dies (els dies 3, 4 i 5) es requereixen més hores al Centre de Treball 1 que no les disponibles.

Aquest segon càlcul del RCCP és més aproximat a la realitat que no el primer, ja que s'han tingut en compte més variables. Ara bé, segueix sent un càlcul aproximat ja que no es tenen en compte totes les variables reals (estocs de seguretat, estocs de components existents, lots de fabricació, ...)

c) *Després d'analitzar l'RCCP anterior, el Cap de Producció proposa un nou Pla Mestre on introdueix les següents consideracions: avançar la producció un dia respecte l'MPS inicial; fabricar mantenint una taxa diària de producció de 140 unitats; diferir la demanda un dia. Calculeu quin seria aquest nou pla i feu la seva comprovació a través del RCCP.*

Com que aproximadament podem fer unes 140 unitats diàries de l'article VV24, plantegem un altre MPS per tal de veure si es pot dur a terme.

Així doncs, introduint aquests canvis en el MPS agregant per productes tenim el següent:

	Setmana 1					Setmana 2				
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
Producció VV24			140	140	140	140	140	140	85	

A partir d'aquest nou MPS fem el càlcul del RCCP del CT1:

	Setmana 1					Setmana 2				
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
Hores disponibles	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Hores necessàries	11,66	13,93	13,93	13,93	13,93	13,93	9,41	1,41		

A continuació representem gràficament el RCCP obtingut:

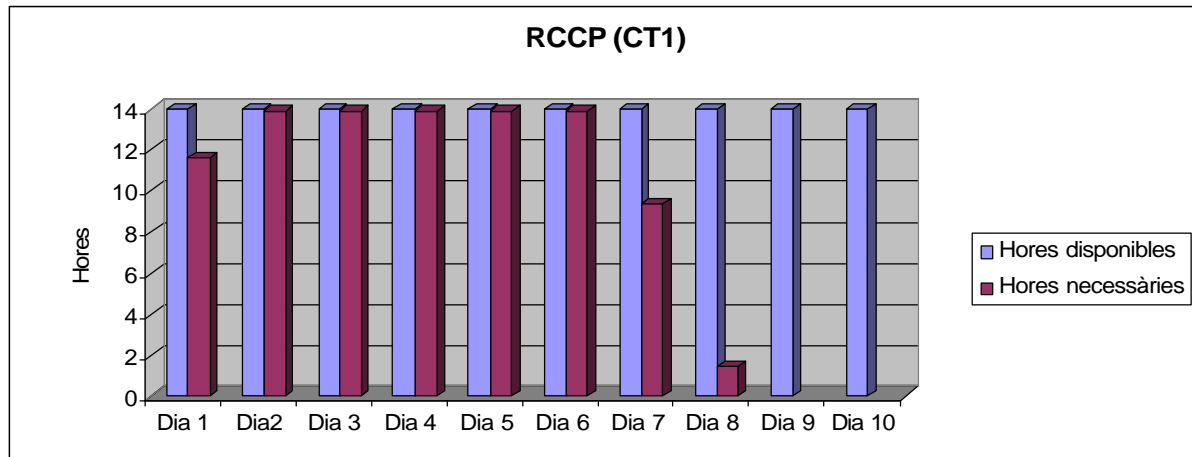


Figura 3: Càrrega de treball prevista aproximada del Centre de Treball 1

A partir de l'anàlisi del gràfic es pot concloure que aquest últim MPS proposat sembla factible, considerant sempre que el càlcul de necessitats de capacitat realitzat és aproximat, ja que per el càlcul només es consideren els recursos crítics (en aquest cas CT1), i s'obvien altres aspectes com per exemple els estocs existents de components o els lots de fabricació. Per tant, per comprovar la factibilitat total del MPS proposat caldrà executar l'MRP i calcular posteriorment la planificació de capacitats dels recursos, el CRP (Capacity Requirements Planning).

Així doncs es comprova com, encara que la càrrega de treball sigui en realitat la mateixa, segons com s'agregin les dades en un MPS es poden arribar a diferents resultats. Quan més s'agregen les dades, més fàcil és el càlcul del RCCP, però per contra menys fiable és. Per tant, apareix una situació de compromís entre fiabilitat dels resultats i la facilitat de càlcul d'aquests. Només amb l'execució del MRP i amb el càlcul posterior del CRP es podrà determinar la factibilitat real d'un MPS.

Per resoldre el problema de la manca de capacitat es poden aplicar diferents accions, com per exemple: el reajustament temporal de les ordres de producció, el reajustament de les mides dels lots, variar el nivell de personal, canvis en els recursos productius, ús de rutes alternatives, variacions en el volum d'estoc, retard en els lliuraments, flexibilitat del personal, ...

SUMANT

L'empresa SUMANT importa calculadores de la Xina i les distribueix a la majoria dels grans magatzems i botigues d'electrònica catalanes. Durant aquest any i el darrer, les vendes de la calculadora SG-222, la més important respecte a vendes, han estat les corresponents a la següent taula, agregada per trimestres:

	Vendes SG-222 Any anterior	Vendes SG-222 Any actual
Gener-Febrer-Març	10.150	11.350
Abril-Maig-Juny	11.200	14.200
Juliol-Agost-Setembre	2.500	2.700
Octubre-Novembre-Desembre	15.800	14.900

Per tal de planificar les calculadores que caldrà importar el proper any, es demana:

- Calcular una previsió de vendes per al primer trimestre del proper any utilitzant el mètode de la mitjana mòbil.
- Calcula la previsió de vendes per a tot el proper any utilitzant el mètode de l'estacionalitat additiva i el de l'estacionalitat multiplicativa.
- En els casos anteriors, quins coeficients d'estacionalitat has utilitzat?
- Finalment, les vendes del primer trimestre que havíem previst ha estat de 12.200 radiadors, i les del segon 14.425. Quin dels dos mètodes anteriors s'ha aproximat més a la realitat?

En la realització d'aquest exercici es poden arrodonir totes les dades que es creguin necessàries a números enters.

SOLUCIÓ

a)

Previsió primer trimestre proper any = 10.600 unitats
(calculat amb un període de $n=3$)

b)

	Previsions proper any Estacionalitat additiva	Previsions proper any Estacionalitat multiplicativa
Gener-Febrer-Març	12.114	12.252
Abril-Maig-Juny	14.064	14.392
Juliol-Agost-Setembre	3.964	2.949
Octubre-Novembre-Desembre	16.714	17.417

c)

	Coefficients d'estacionalitat Estacionalitat additiva	Coefficients d'estacionalitat Estacionalitat multiplicativa
C1 (Gener-Febrer-Març)	740,94	1,07
C2 (Abril-Maig-Juny)	2.463,62	1,24
C3 (Juliol-Agost-Setembre)	-7.863,70	0,25
C4 (Octubre-Novembre-Desembre)	4.658,98	1,44

d)

Error quadràtic_{Estacionalitat Additiva} = 371,2

Error quadràtic_{Estacionalitat Multiplicativa} = 61,5

L'estacionalitat multiplicativa s'ha aproximat més ja que dona menys error.

CALCUMA, S.A.

CALCUMA és una empresa que comercialitza calculadores científiques. El departament comercial ha fet les previsions de vendes pels propers 8 dies segons la següent taula:

	Estoc inicial	Vendes Previstes
Dilluns 15	5.000	1.100
Dimarts 16		1.100
Dimecres 17		1.200
Dijous 18		1.100
Divendres 19		1.100
Dilluns 22		2.500
Dimarts 23		1.500
Dimecres 24		1.000

A partir de les previsions realitzades, cal determinar quin és el Pla Mestre de Producció més favorable per a CALCUMA, és a dir, el més econòmic, que aporti més beneficis.

En principi, es considera que el nombre de treballadors és fix. Les ordres d'aprovisionament als proveïdors es realitzen mitjançant un punt de comanda, ordenant la compra de 5000 calculadores en el moment en què les existències baixen per sota de 1600 unitats. Es demana:

- Tenint en compte l'estoc inicial disponible i la capacitat del sistema, serà possible lliurar les quantitats previstes pel període considerat (8 dies)?
- Com que finalment les vendes efectives del primer dia (dilluns) han estat de 1700 calculadores, és decideix refer les previsions realitzades. S'introdueixen noves previsions de 1700 calculadores diàries fins el divendres dia 19, 2500 calculadores pel dilluns 22 i dimarts 23 i 1700 calculadores pel dimecres 24 i dijous 25. Quin serà el replantejament que permetrà fer front a les previsions plantejades?
- Es podrà satisfer la demanda si els següents dies es produeixen les vendes reals que figuren a la següent taula:

	Vendes reals
Dimarts 16	1.200
Dimecres 17	1.500
Dijous 18	1.100
Divendres 19	1.100
Dilluns 22	3.000
Dimarts 23	1.200
Dimecres 24	1.200
Dijous 25	1.500

- Si pels dos períodes considerats les vendes haguessin sigut les següents, també es podria atendre la demanda?

	Vendes reals
Dimarts 16	1.500
Dimecres 17	2.100
Dijous 18	2.500
Divendres 19	2.500
Dilluns 22	2.200
Dimarts 23	2.200
Dimecres 24	2.200
Dijous 25	2.200

SOLUCIÓ

a) Segons l'estratègia d'anivellament del llançament El Pla Mestre de Producció seria el següent:

	Dil 15	Dim 16	Dic 17	Dij 18	Div 19	Dil 22	Dim 23	Dic 24
Previsió	1.100	1.100	1.200	1.100	1.100	2.500	1.500	1.000
MPS	0	0	0	5.000	0	0	0	5.000
Estoc planificat	3.900	2.800	1.600	5.500	4.400	1.900	400	4.400

b) El Pla Mestre de Producció seria el següent:

	Dil 15	Dim 16	Dic 17	Dij 18	Div 19	Dil 22	Dim 23	Dic 24	Dij 25
Previsió	1.700	1.700	1.700	1.700	1.700	2.500	2.500	1.700	1.700
MPS	0	0	0	5.000	0	0	0	5.000	
Estoc planificat	3.300	1.600	-100	3.200	1.500	-1.000	-3.500	-200	-1.900

No es podrà fer front a les noves previsions. Caldrà replanificar el Pla Mestre de Producció completant-lo, al mateix temps, pel nou període de planificació:

	Dim 16	Dic 17	Dij 18	Div 19	Dil 22	Dim 23	Dic 24	Dij 25
Previsió	1.700	1.700	1.700	1.700	2.500	2.500	1.700	1.700
MPS	0	5.000	0	0	5.000	0	5.000	0
Estoc planificat	1.600	4.900	3.200	1.500	4.000	1.500	4.800	3.100

c) Les vendes es poden satisfer:

	Dim 16	Dic 17	Dij 18	Div 19	Dil 22	Dim 23	Dic 24	Dij 25
Previsió	1.700	1.700	1.700	1.700	2.500	2.500	1.700	1.700
Vendes reals	1.200	1.500	1.100	1.100	3.000	1.200	1.200	1.500
MPS	0	5.000	0	0	5.000	0	5.000	0
Estoc planificat	1.600	4.900	3.200	1.500	3.500	1.000	4.300	2.600
ATP	2.100	1.300		800		2.300		

d) En aquest cas no es podria satisfer la demanda:

	Dim 16	Dic 17	Dij 18	Div 19	Dil 22	Dim 23	Dic 24	Dij 25
Previsió	1.700	1.700	1.700	1.700	2.500	2.500	1.700	1.700
Vendes reals	1.500	2.100	2.500	2.500	2.200	2.200	2.200	2.200
MPS	0	5.000	0	0	5.000	0	5.000	0
Estoc planificat	1.600	4.500	2.000	-500	2.000	-500	2.300	100
ATP	-300	0		600		600		

MUNTATGES ESTEVE

Muntatges Esteve és una empresa familiar que es dedica a muntar aparells d'aire condicionat per a diferents empreses del sector que subcontracten aquesta part del procés productiu. Les seves tasques són totalment manuals, realitza únicament els muntatges d'aquells aparells a qui els clients ja els hi faciliten tots els components.

Per a les properes 6 setmanes, Muntatges Esteve, a partir de les comandes ja tancades, té previst realitzar el següent nombre de muntatges, :

	Aires condicionats estàndard	Aires condicionats familiars
Setmana 1	100	25
Setmana 2	100	50
Setmana 3	175	50
Setmana 4	150	50
Setmana 5	100	
Setmana 6	50	

Als diferents proveïdors no els hi fa res lliurar el material abans del previst a Muntatges Esteve, per tal que aquesta empresa comenci a fer els muntatges. En tot cas, el que si que no volen és que es retardi cap comanda. En cas de que se'n retardés alguna, Muntatges Esteve deixaria de cobrar la meitat del cost estipulat per aquella tasca.

Tenint en compte les següents dades:

- Muntatges Esteve disposa de 5 treballadors que treballen 8 hores diàries durant 5 dies a la setmana. Cada treballador cobra 200€ a la setmana fixes, faci les hores que faci.
- Per aquest període, l'empresa no acostuma a despatxar ni fitxar nous treballadors.
- Aquests treballadors poden fer hores extres a raó de 10€/l'hora, i amb un màxim de 3 hores diàries.
- Per a la realització d'un aire condicionat "estàndard" s'hi dedica 1 hora, mentre que per als "familiars" 2 hores.
- Muntatges Esteve cobra el muntatge d'un aire condicionat "estàndard" a 12€, i el del familiar a 24 €.
- El cost de mantenir un aire condicionat al magatzem durant una setmana es pot considerar de 2 €, en el cas del "estàndard" i 4 € en el cas el "familiar".

Es demana calcular quin és el pla de producció i el benefici mig per peça produïda si el director de planificació utilitza les següents estratègies:

- a) Persecució pura
- b) Anivellament pur
- c) Una vegada calculat els dos plans anteriors, quin és el pla òptim de producció?

Els resultats, sempre que tinguin sentit, poden arrodonir-se al enter més proper.

SOLUCIÓ

a)

	Hores	Hores extres
--	--------------	---------------------

	normals	
Setmana 1	150	
Setmana 2	200	
Setmana 3	200	75
Setmana 4	200	50
Setmana 5	100	
Setmana 6	50	

Expressant-lo en aires condicionat a produir:

	Aires condicionats estàndard	Aires condicionats familiars
Setmana 1	100	25
Setmana 2	100	50
Setmana 3	175	50
Setmana 4	150	50
Setmana 5	100	
Setmana 6	50	

Beneficis obtinguts totals = 5.050 €

Benefici mig peça = 5'94 €

b)

	Hores normals	Hores extres	Hores sobrants	Hores faltants
Setmana 1	171		21	
Setmana 2	171			8
Setmana 3	171			113
Setmana 4	171			192
Setmana 5	171			121
Setmana 6	171			

Una possible Pla Mestre de Producció seria (tot i que n'hi ha d'altres, amb els mateixos costos associats):

	Producció aires condicionats estàndard	Producció aires condicionats familiars	Estoc aires condicionats estàndard	Estoc aires condicionats familiars
Setmana 1	121	25	21	
Setmana 2	71	50	-8	
Setmana 3	71	50	-113	
Setmana 4	71	50	-192	
Setmana 5	171		-121	
Setmana 6	171			

Beneficis obtinguts totals = 3.658 €

Benefici mig peça = 4'30 €/ peça

c)

Dels dos analitzats, el primer és millor, però no es pot dir que sigui l'òptim. Aquest mètode no dona l'òptim, però sembla segur que el millor pla s'acostarà més al primer, pel que es preferirà fer hores extres quan sigui necessari abans de diferir comandes que és força més car.

SABONS ROGER&SALLET

ROGER&SALLET és una fàbrica de sabons amb seu a París. Els sabons es realitzen de manera artesanal, amb principis actius molt cars i l'empresa vol planificar la seva producció molt acuradament. El departament de Direcció d'Operacions de l'empresa és l'encarregat de determinar el Pla Mestre de Producció per als propers trimestres. En principi, el Sr. Dufrenoy, cap del departament comercial de l'empresa, ha confirmat les previsions de vendes que apareixen en la següent taula (en unitats de producte):

Trimestre	Vendes previstes
Hivern	4.500
Primavera	2.700
Estiu	2.700
Tardor	4.200

Per altra part, la producció màxima que pot assolir l'empresa mensualment és de 1.200 unitats de sabó, excepte els mesos corresponents al trimestre d'estiu on només se'n poden produir 800 unitats cada mes ja que molts treballadors de la fàbrica fan les seves vacances en aquest període .

Tot i això, si fes falta, la producció màxima es podria incrementar mitjançant la realització d'hores extres, tenint en compte que el conveni del sector no permet fer més d'un 10% d'hores extres respecte a les hores normals realitzades.

Si fessin falta encara més unitats, una altra solució és subcontractar-les a una empresa italiana que s'ha compromès a fabricar fins a 200 unitats al mes, a un cost de 26 € cada unitat.

Els sabons tenen un cost de 20 € la unitat si es fabriquen dins l'horari normal, i 24 € si es fabriquen en les hores extres.

El senyor Lafayette, el responsable del control dels costos de l'empresa ha calculat que el cost de possessió per trimestre d'un sabó és de 3 € (cost de tenir-lo emmagatzemat durant un trimestre, respectant les condicions òptimes de conservació). Així mateix, també ha analitzat què succeiria si els seus clients permetessin que se'ls diferissin les comandes. Ell calcula que aquesta situació es podria comptabilitzar a partir d'establir un cost de diferir de 6 € per unitat i trimestre.

Es demana:

- Quin és el pla òptim de fabricació per als propers trimestres, tenint en compte que no es permet diferir la demanda?
- Quin és el cost d'aquest pla de producció?
- En aquest pla, quina quantitat es produeix en excés, en quins mesos i a quins mesos es destina aquesta producció?

SOLUCIONS

a)

Trimestre	Producció hores normals	Producció hores extres	Producció subcontractada
Hivern	3.600	360	540
Primavera	3.240	0	0
Estiu	2.400	0	0
Tardor	3.600	360	0

b) **290.460€**

c) Durant el trimestre de primavera es fabriquen 540 unitats de sabons en excés, destinats a cobrir la demanda del trimestre d'estiu i de tardor.

AIGUA CLARA

Aigua Clara és una empresa que es dedica a l'embotellament d'aigua en garrafes de 5 litres i a la seva distribució a la província de Girona. Compta amb tres fonts naturals, l'una a la província de Girona, una altra a Osca i una darrera a Granada. Per als propers 6 mesos de l'any, espera vendre la següent quantitat de gàbies (o palets) d'aigua:

Mes	Vendes previstes (gàbies)
Maig	900
Juny	1.200
Juliol	1.600
Agost	2.150
Setembre	1.950
Octubre	950

En cada gàbia hi ha 100 garrafes d'aigua.

Les tres fonts tenen una capacitat d'extracció d'aigua màxima, marcada per la legislació de cadascuna de les Comunitats Autònomes, d'unes 600 gàbies en el cas de Catalunya, 500 a Aragó i 800 a Andalusia.

El cost d'extracció de cada litre d'aigua, així com d'embotellament és molt similar als tres manantials, si bé, cal tenir en compte el cost del transport de l'aigua de cadascun d'aquests a Girona, que és on hi ha el magatzem de distribució central. Tenint present els diferents costos, el cost total de tenir una garrafa d'aigua procedent de la font de Girona al magatzem és de 1 €, mentre que si la garrafa prové d'Osca és de 1'10 € i si ho fa de Granada de 1'25 €.

Atès a que les gàbies tenen un volum considerable, en cas de que sigui necessari tenir-ne estoc durant un determinat període, Aigua Clara pot llogar un terreny on dipositar-les. Tenint en compte el cost del lloguer d'aquest terreny i la capacitat màxima d'aquest, es pot considerar que el cost d'emmagatzemar una gàbia d'aigua durant 1 mes és de 8 €.

Es demana:

- Quant ha de produir Aigua Clara a cada manantial cada mes per tal d'optimitzar els seus recursos? (Es pot utilitzar el mètode de Bowman.)
- Quin és el cost d'aquest pla?

La direcció de l'empresa decideix analitzar què succeiria si els seus clients permetessin que se'ls diferissin les comandes. Quan això es donés, es podria valorar com un cost addicional o cost de diferir de 12 € per gàbia i mes, que es el descompte que es realitza a cada client en cas de que hagi calgut diferir la comanda.

Es demana:

- Quin podria ser un nou pla de producció, calculat mitjançant el mètode de Bowman, si es permet que es difereixi?
- Quin és el cost d'aquest nou pla?

SOLUCIÓ

a)

Gàbies per manantial:

	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre
Girona	600	600	600	600	600	600
Oscà	400	500	500	500	500	350
Granada			800	800	800	

b)

Cost= 966.100 €

c)

Si es permet diferir, pot utilitzar-se el mètode de Bowman per a trobar una solució factible, però no es pot afirmar que aquesta sigui la òptima.

Aplicant-lo, s'obté la següent solució:

	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre
Girona	600	600	600	600	600	600
Oscà	300	500	500	500	500	500
Granada				750	800	800

d)

Cost= 1.010.350 €

És clar que aquest nou pla no és òptim, ja que fins i tot el darrer pla analitzat, amb més restriccions, donava un cost menor.

CAISUS

CAISUS és una empresa que produeix tres tipus d'envasos per a ampolles de xampú: L'envàs de litre, el de mig litre i el de quart de litre.

Per a fer cadascun dels dos envasos, cal la intervenció de dues seccions de l'empresa: la secció d'injecció, que produeix els envasos mitjançant injecció de plàstic, i la de muntatge que finalitza el producte col·locant cada envàs en un embolcall adequat.

Per a cadascun dels diferents tipus d'envasos, els temps necessaris unitaris a cada secció son diferents, essent de:

Producte	Secció injecció (minuts / unitat)	Secció muntatge (minuts / unitat)
Envàs 1 litre	1	2
Envàs ½ litre	0,8	2,2
Envàs ¼ litre	0,5	1,7

Per altra part, els preus de venda, els costos de les matèries primeres per a la fabricació i les vendes previstes durant el proper mes de Març son els següents:

Producte	Preu de venda (€/unitat)	Cost matèries primeres de fabricació (€/unitat)	Vendes previstes Març (unitats)
Envàs 1 litre	10	8	5.000
Envàs ½ litre	8	5	4.000
Envàs ¼ litre	5	4	6.500

Les vendes previstes són molt optimistes, pel que es creu impossible vendre més unitats d'aquestes en el hipotètic cas de que se'n produïssin més.

Durant el proper mes de Març, a la secció d'injecció de CAISUS hi treballarà una sola persona i a la de muntatge a dos. Cada persona treballa 8 hores efectives, i està previst que ho facin durant 21 dies de treball aquest mes.

El cost horari de cada treballador és de 10 €.

Tenint en compte que totes aquelles unitats que no es puguin servir es perdran, ja que els clients ho aniran a comprar a la competència, es demana:

- Quin serà el pla de producció òptim?
- Quin és el benefici òptim previst?
- S'obtidrien més beneficis si a la secció de muntatge hi treballessin 3 operaris?
- I quatre?

SOLUCIÓ

a)

Mitjançant la resolució d'un programa lineal s'obté:

Envàs 1 litre = 5.000 unitats

Envàs ½ litre = 4.000 unitats
Envàs ¼ litre = 800 unitats

b)

Benefici màxim = 17.760 €

c)

Si. La producció òptima passaria a ser:

Envàs 1 litre = 5.000 unitats
Envàs ½ litre = 4.000 unitats
Envàs ¼ litre = 3.760 unitats

I el benefici màxim = 19.040 €

d)

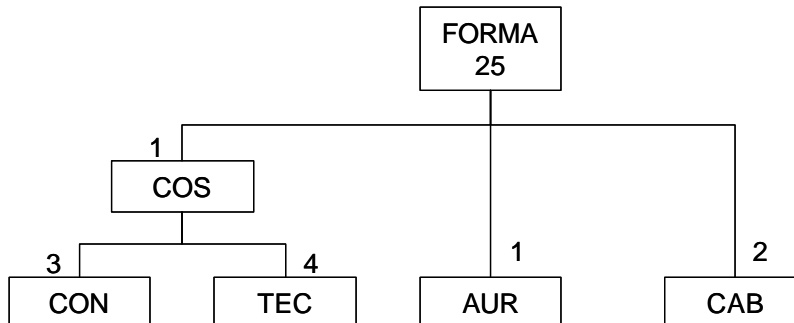
No. La producció òptima passaria a ser:

Envàs 1 litre = 5.000 unitats
Envàs ½ litre = 4.000 unitats
Envàs ¼ litre = 3.760 unitats

I el benefici màxim = 17.360 €

CONTACTES, S.A.

L'empresa Contactes, S.A. fabrica i ven aparells de telefonia fixa. Entre la seva gamma de productes el que té més sortida és el model FORMA25, que es comercialitza en quatre colors diferents (negre, blanc, gris i vermell). La llista de materials d'aquest producte és la següent:



El Pla Mestre (MPS) determinat per l'empresa per a les properes 2 setmanes és el següent:

	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
FORMA25 (N)					120	145	90	25		
FORMA25 (B)					110	135	80	35		
FORMA25 (G)				75	280	125	85			
FORMA25 (V)				80	180	130	95			

El termini de fabricació de cada un dels articles és d'un dia i el d'aprovisionament de tres dies. Per a fabricar una unitat de FORMA25 necessitem 3 min/u a la secció S1. De la mateixa manera l'article COS requereix de 2 min/u a la secció S1. L'article COS també requereix d'una operació que es fa a la secció S2 i que triga a fer-se 0,5 minuts sobre cada unitat de producte. La secció S1 és considerada pel Cap de Producció com a centre de treball crític.

L'empresa treballa 14 hores al dia (en dos torns de 7 hores) els dilluns, dimarts i dimecres i de 16 hores al dia (en dos torns de 8 hores) els dijous i divendres.

Es demana:

- Calcular el Pla Mestre agregat resultant (per setmanes i colors), si el Cap de Producció no considera el lead-time de fabricació. Comproveu la seva factibilitat a través del càlcul de la planificació aproximada de recursos, RCCP (Rough Cut Capacity Planning), sota aquestes condicions.
- Quin seria el nou Pla Mestre que proposaria el Cap de Producció si només agregués per productes i tingués en compta el lead-time de fabricació? Torneu a calcular el RCCP en aquestes condicions.
- A la vista del RCCP anterior, el Cap de Producció negocia un nou calendari laboral de 18h al dia (en dos torns de 9 hores) de dilluns a divendres i a més, decideix avançar la producció un dia respecte l'MPS inicial, i fabricar mantenint, si és necessari, una taxa diària de producció de 288 unitats al dia. Calculeu quin seria aquest nou pla i feu la seva comprovació a través del RCCP.

SOLUCIONS

a)

MPS	Setmana 1	Setmana 2
Família FORMA25	845	945

RCCP	Setmana 1	Setmana 2
Hores disponibles	74	74
Hores necessàries (S1)	70,42	78,75

El MPS proposat no és factible, ja que per la setmana 2 ens faltaria capacitat.

b)

MPS	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
Producció FORMA25				155	690	535	350	60		

RCCP	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
Hores Disponibles	14	14	14	16	16	14	14	14	16	16
Hores Necessàries		5,16	30,75	52,33	38,42	19,5	3			

Aquest MPS tampoc no el podem dur a terme, si més no durant la primera setmana (els dies 3, 4 i 5) i el dilluns (dia 6) de la segona setmana.

c)

MPS	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
Producció FORMA25			288	288	288	288	288	288	62	

RCCP	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
Hores Disponibles	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Hores Necessàries	9,6	24	24	24	24	24	16,46	3,1		

El MPS proposat sembla factible, considerant sempre que el càlcul de necessitats de capacitat realitzat és aproximat, ja que per el càlcul només considerem el recurs S1.

SÚPER – DÚPER

Un restaurant de menjar ràpid desitja aplicar un sistema de planificació agregat als seus productes compostos d'hamburgueses. A la taula adjunta es presenta la seva estructura de producte.

HAMBURGUESES

Quant. neta	Regular	Quant. neta	Súper	Quant. neta	Súper-dúper
1	Carn Picada 60g	1	Carn Picada 90g	2	Carn Picada 60g
1	Panet regular	1	Panet amb espècies	1	Panet amb espècies
1	Tall de formatge	2	Tall de formatge	4	Tall de formatge
	Salsa Ketchup 5g		Salsa Ketchup 10g		Salsa Ketchup 15g
			Ceba 10g		Ceba 10g
			(espècies) 2g		Cogombre 10g

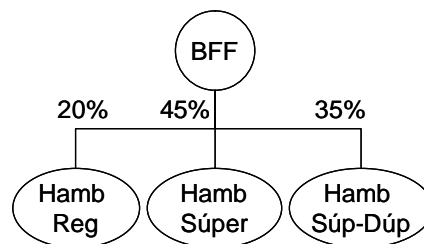
Es pretén poder ajustar més l'aprovisionament de la matèria primera en funció de les necessitats reals que es volen cobrir al llarg del dia. La previsió de vendes al dia és 200 BFF (Burguers-Fast-Food) de les quals el 20% són hamburgueses regulars, el 45% súper i la resta Súper-dúper,

- Quantes hamburgueses de cada tipus cal fer? Quanta carn picada cal comprar?
- Si la talladora de formatge fa malbé el 5% dels talls de formatge, quants talls de formatge cal tenir cada dia?

SOLUCIÓ

- Quantes hamburgueses de cada tipus cal fer? Quanta carn picada cal comprar?

En primer lloc cal considerar la composició del producte "A PLANIFICAR" – BFF – és a dir, l'agregació dels tres tipus d'hamburgueses,



El càlcul de les hamburgueses de cada tipus s'obté desagregant el producte "A PLANIFICAR":

Hamb Regular = $0,2 \cdot 200 = 40$ Hamburgueses regulars

Hamb Súper = $0,45 \cdot 200 = 90$ Hamburgueses Súper

Hamb Súper – Dúper = $0,35 \cdot 200 = 70$ Hamburgueses Súper – Dúper

A partir d'aquí es pot calcular les necessitats de qualsevol component de les hamburgueses utilitzant la següent fórmula,

$$\begin{aligned} \text{Nec. Component per cada producte "A PLANIFICAR"} &= \\ &= 0,2 \cdot (\text{Nec.H.Reg.}) + 0,45 \cdot (\text{Nec.H.Sup.}) + 0,35 \cdot (\text{Nec.H.Sup-Dup.}) \end{aligned}$$

Per tant la necessitat d'hamburgueses serà igual a:

$$\text{Nec. TOTAL Carn Picada} = 200 [0,2 \cdot (60 \text{ g}) + 0,45 \cdot (90 \text{ g}) + 0,35 \cdot (2 \cdot 60\text{g})] = 18.900\text{g}$$

També es podria calcular de forma desagregada, encara que seria més laboriós,

$$\begin{aligned} \text{Nec. TOTAL Carn Picada} &= 40 \text{ Hamb Reg} \cdot 60 \text{ g} + 90 \text{ Hamb. Súper} \cdot 90 \text{ g} + 70 \text{ Hamb} \\ &\text{Súper - Dúper} \cdot 2 \cdot 60 \text{ g} = 18.900\text{g} \end{aligned}$$

b) Si la talladora de formatge fa malbé el 5% dels talls de formatge, quants talls de formatge cal tenir cada dia?

A partir de la fórmula directa anterior s'obtenen la necessitat NETA de talls de formatge:

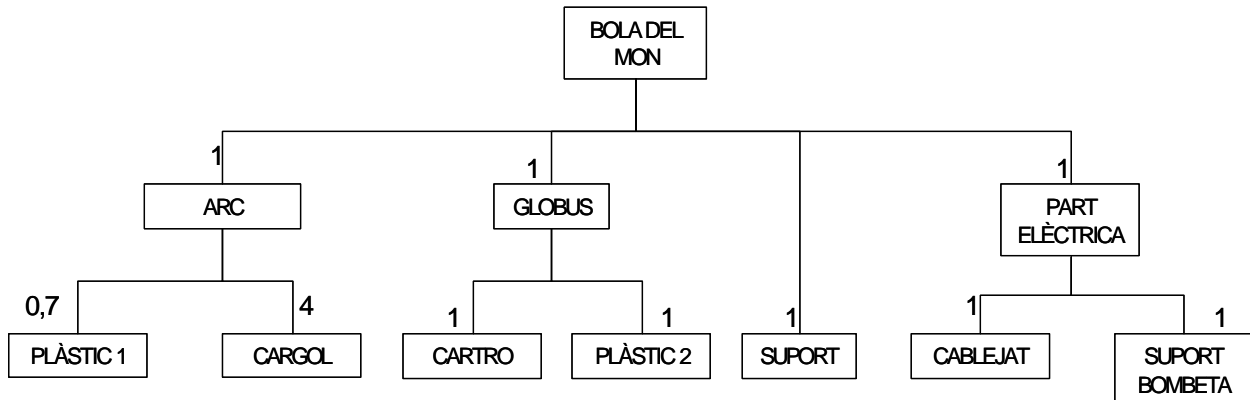
$$\text{Nec. NETA de talls formatge} = 200 [0,2 \cdot (1) + 0,45 \cdot (2) + 0,35 \cdot (4)] = 500 \text{ talls de formatge}$$

Però com que es fan el 5% malbé implicarà que cal obtenir el 5% més, és a dir,

$$\text{Quantitat de formatge que cal tenir} = 1,05 \cdot \text{Nec NETA} = 525 \text{ talls de formatge}$$

MONBALL, S.L.

L'empresa MONBALL, S.L. es dedica a la producció i venda de boles del món (globus terrestres) per nens de més de 6 anys. Aquestes boles es fabriquen a partir de la següent llista de materials, donada en estructura en forma d'arbre:



Després de diverses proves realitzades amb un full de càlcul dissenyat pel Cap de Producció, s'acorda dur a terme el següent Pla Mestre (MPS) per al segon semestre de l'any, tenint en compta la demanda corregida:

mes	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre
unitats	500	150	30	500	900	800

El lead time de fabricació o aprovisionament (en dies) per a cada article així com l'inventari disponible (en unitats) i altres dades d'interès es mostren a la següent taula*:

ARTICLE	CODI	ESTOC	LEAD-TIME	RECEPCIONS PROGRAMADES
Bola del món	BM	300	2	300/1; 100/2; 1.000/5
Arc	AR	25	1	25/1
Globus	GL	100	2	380/1
Part elèctrica	PE	26	1	
Plàstic 1	PL1	310	1	
Cargol	CA	525	1	1.200/1
Cartró	CAR	40	1	20/1
Plàstic 2	PL2	120	1	
Suport	SU	20	1	
Cablejat	CAB	65	1	
Suport bombeta	SUB	20	1	500/1

*Per simplificar el problema, suposeu que el lead time és el mateix, independent del número d'unitats a fabricar o comprar. Suposeu també que existeix capacitat il·limitada dels diferents centres de treball per fer front al MPS proposat.

Es demana:

- Quants articles hi ha a planificar? I quants matèria primera?
- Quines són les ordres de fabricació de boles del món i suports per a bombeta, per el segon semestre de l'any?

c) Quines són les ordres d'aprovisionament dels plàstics 1 i 2? I les dels cargols?

SOLUCIÓ

a) Quants articles hi ha a planificar? I quants matèria primera?

Articles a planificar: BM

Articles matèria primera: PL1, CA, CAR, PL2, SU, CAB, SUB

b) Quines són les ordres de fabricació de BM i SUB per el segon semestre de l'any?

BM	Actual	1	2	3	4	5	6
NB		500	150	30	500	900	800
RP		300	100			1.000	
Estoc	300	100	50	20	0	100	0
NN		0	0	0	480	0	700
Recepció Ordres					480		700
Llançament Ordres			480		700		

Per tal de calcular les ordres de compra del Suport Bombeta primer s'han de calcular les ordres de fabricació de l'article Part Elèctrica:

PE	Actual	1	2	3	4	5	6
NB			480		700		
RP							
Estoc	26	26	0	0	0	0	0
NN		0	454	0	700	0	0
Recepció Ordres			454		700		
Llançament Ordres		454		700			

SUB	Actual	1	2	3	4	5	6
NB		454		700			
RP		500					
Estoc	20	66	66	0	0	0	0
NN		0	0	634	0	0	0
Recepció Ordres				634			
Llançament Ordres			634				

c) Quines són les ordres d'aprovisionament dels plàstics 1 i 2? I les dels cargols?

AR	Actual	1	2	3	4	5	6
NB			480		700		
RP		25					
Estoc	25	50	0	0	0	0	0
NN		0	430	0	700	0	0
Recepció Ordres			430		700		
Llançament Ordres		430		700			

PL1	Actual	1	2	3	4	5	6
-----	--------	---	---	---	---	---	---

NB		301	0	490	0	0	0
RP							
Estoc	310	9	9	0	0	0	0
NN		0	0	481	0	0	0
Recepció Ordres				481			
Llançament Ordres			481				

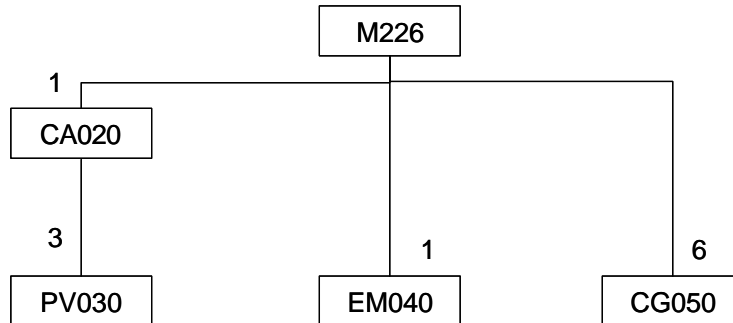
<i>GL</i>	Actual	1	2	3	4	5	6
NB		0	480	0	700	0	0
RP		380					
Estoc	100	480	0	0	0	0	0
NN		0	0	0	700	0	0
Recepció Ordres					700		
Llançament Ordres			700				

<i>PL2</i>	Actual	1	2	3	4	5	6
NB		0	700	0	0	0	0
RP							
Estoc	120	120	0	0	0	0	0
NN			580	0	0	0	0
Recepció Ordres			580				
Llançament Ordres		580					

<i>CA</i>	Actual	1	2	3	4	5	6
NB		1720	0	2800	0	0	0
RP		1200					
Estoc	525	5	5	0	0	0	0
NN		0	0	2795	0	0	0
Recepció Ordres				2795			
Llançament Ordres			2795				

GRAPADORES METRUS, S.A.

L'empresa GRAPADORES METRUS, S.A. fabrica des de l'any 2001 el seu model estrella de grapadora, la METRUS 226. Aquesta grapadora té la següent estructura en forma d'arbre, que es mostra a continuació:



Pel que fa a les altres dades necessàries, la taula següent mostra per als diferents articles l'estoc disponible actualment, la mida dels lots de fabricació, el termini de fabricació o aprovisionament, i les recepcions programades.

Codi	Descripció	Nivell	Estoc	Mida del lot	Recepcions Programades	Lead-time
M226	Grapadora	0	700	500	100/4	1 setmana
CA020	Carcassa	1	400	1.000	200/1	1 setmana
PV030	Plàstic	2	150	2.000	6.000/1	2 setmanes
EM040	Estructura metàl·lica	2	800	1.000		1 setmana
CG050	Cargol	2	8.000	5.000	5.000/2	3 setmanes

El pla mestre de producció, elaborat a partir de les comandes que han realitzat els nostres clients i de les previsions de vendes, indica que durant les 6 setmanes següents s'ha de fabricar 500, 600, 750, 400, 400 i 600 grapadores del model M226, respectivament.

El Cap de Producció sap que la fabricació de la carcassa és problemàtica, ja que té un elevat índex de defectes en la seva fabricació, s'estima que el percentatge de carcasses defectuoses es situa al voltant d'un 15% de la producció total. El Cap de Compres també adverteix que el proveïdor que subministra els cargols ens envia gairebé sempre lots amb fins un 3% de defectes.

Es demana:

- Determinar les ordres de fabricació i aprovisionament que cal llançar de tots els productes per a les properes sis setmanes.

SOLUCIÓ

a) *Determinar les ordres de fabricació i aprovisionament que cal llançar de tots els productes per a les properes sis setmanes.*

M226	Actual	1	2	3	4	5	6
NB		500	600	750	400	400	600
RP					100		
Estoc	700	200	100	350	50	150	50
NN		0	400	650	0	350	450
Recepció Ordres			500	1.000		500	500
Llançament Ordres		500	1.000		500	500	

Tenint en compta el percentatge de carcasses defectuoses que es fabriquen caldrà fabricar un 15% més de carcasses de les que indiquen les Ordres de Fabricació de M226.

CA020	Actual	1	2	3	4	5	6
NB		575	1150		575	575	
RP		200					
Estoc	400	25	875	875	300	725	725
NN		0	1.125	0	0	275	0
Recepció Ordres			2.000			1.000	
Llançament Ordres		2.000			1.000		

PV030	Actual	1	2	3	4	5	6
NB		6.000			3.000		
RP		6.000					
Estoc	150	150	150	150	1.150	1.150	1.150
NN		0	0	0	2.850	0	0
Recepció Ordres					4.000		
Llançament Ordres			4.000				

EM040	Actual	1	2	3	4	5	6
NB		500	1.000		500	500	
RP							
Estoc	800	300	300	300	800	300	300
NN		0	700	0	200	0	0
Recepció Ordres			1.000		1.000		
Llançament Ordres		1.000		1.000			

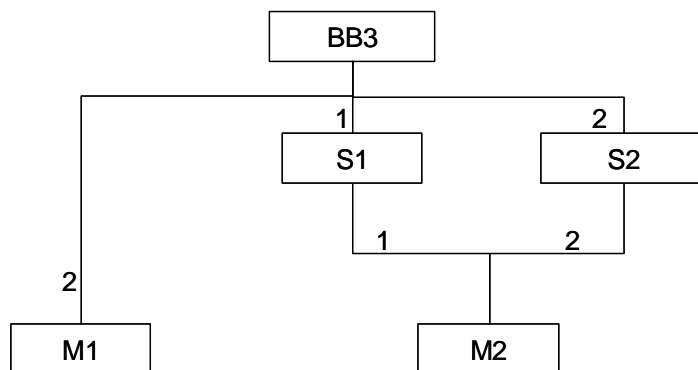
Tenint en compta el 3% de defectes en la recepció dels cargols, es calculen les NB.

CG050	Actual	1	2	3	4	5	6
NB		3.090	6.180		3.090	3.090	
RP			5.000				
Estoc	8.000	4.910	3.730	3.730	640	2.550	2.550
NN		0	0	0	0	2.450	0
Recepció Ordres						5.000	
Llançament Ordres			5.000				

BABYLISTEN, S.A.

L'empresa BABYLISTEN, S.A està especialitzada en la fabricació d'intercomunicadors per a la vigilància de nadons. BABYLISTEN, S.A començarà a fabricar i distribuir un nou model d'intercomunicador en breu, el BB3. Després de fer l'estudi de mercat on ha estimat la demanda prevista de cara a les properes 5 setmanes, ha encarregat a un equip de consultors que els ajudi a determinar els càlculs de necessitats així com una sèrie de decisions operatives per a què el llançament sigui un èxit.

El producte BB3 necessita dues matèries primeres per a la seva fabricació i en el seu procés productiu (segons l'estructura d'arbre mostrada) es constitueixen dos productes semielaborats, prèviament al muntatge final:



A través de les previsions realitzades des del Departament de Vendes, es determina el següent pla mestre per a les properes 5 setmanes:

	1	2	3	4	5
BB3	100	250	150	50	170

Les dades per a tots els components sobre l'estoc disponible actualment, la mida dels lots de fabricació o d'aprovisionament (en unitats), el termini de fabricació o aprovisionament (en setmanes) i les recepcions programades són:

Article	Nivell	Estoc	Mida de lot	Lead-Time	Recepcions Programades
BB3	0	200	25	1	
S1	1	300	50	2	1/25
S2	1	600	150	1	
M1	2	100	75	1	1/200
M2	2	500	200	2	1/100

En la columna de Recepcions Programades, quan es diu 1/25 significa que en la setmana 1 arribarà un lot de 25 unitats. Suposarem que les dates de recepció previstes es compliran i es podran utilitzar per les necessitats de la mateixa setmana.

També s'han de tenir en compte les restriccions imposades tant per part de l'empresa com d'algun proveïdor, en el llançament de les comandes, amb l'objectiu de minimitzar els costos de gestió. En aquest cas, existeix una restricció de fabricació que fa que les comandes de S1 només es llancin cada dues setmanes. Així mateix, les ordres de compra de M1 es fan arribar al proveïdor cada tres setmanes.

Es demana:

- a) Quines són les ordres d'aprovisionament per a les matèries primeres M1 i M2 per a les properes cinc setmanes, de manera que es pugui atendre la demanda, minimitzant els nivells d'estoc?
- b) S'haurien de canviar les ordres d'aprovisionament de M2 que cal llançar si s'adverteix del fet que, habitualment, el control de recepció d'aquest article dóna com a resultat l'existència d'un 2% de defectes?

SOLUCIÓ

- a) *Quines són les ordres d'aprovisionament per a les matèries primeres M1 i M2 per a les properes cinc setmanes, de manera que es pugui atendre la demanda, minimitzant els nivells d'estoc?*

BB3	Actual	1	2	3	4	5
NB		100	250	150	50	170
RP						
Estoc	200	100	0	0	0	5
NN			150	150	50	170
Recepció Ordres			150	150	50	175
Llançament Ordres		150	150	50	175	

S1	Actual	1	2	3	4	5
NB		150	150	50	175	0
RP		25				
Estoc	300	175	25	25	0	0
NN				25	150	
Recepció Ordres				50	150	
Llançament Ordres		200				

S2	Actual	1	2	3	4	5
NB		300	300	100	350	0
RP						
Estoc	600	300	0	50	0	0
NN				100	300	
Recepció Ordres				150	300	
Llançament Ordres			150	300		

M1	Actual	1	2	3	4	5
NB		300	300	100	350	0
RP		200				
Estoc	100	0	0	50	0	0
NN			300	100	300	
Recepció Ordres			300	150	300	
Llançament Ordres		750				

M2	Actual	1	2	3	4	5
NB		200	300	600		
RP		100				
Estoc	500	400	100	100	100	100
NN		0	0	500	0	0
Recepció Ordres				600		
Llançament Ordres		600				

b) S'haurien de canviar les ordres d'aprovisionament de M2 que cal llançar si s'adverteix del fet que, habitualment, el control de recepció d'aquest article dóna com a resultat l'existència d'un 2% de defectes?

M2	Actual	1	2	3	4	5
NB		204	306	612		
RP		100				
Estoc	500	396	90	78	0	0
NN		0	0	522	0	0
Recepció Ordres				600		
Llançament Ordres		600				

No, la comanda continua essent la mateixa, ja que la política de lotificació per aquest producte és fer comandes de lots de 200 unitats i com que les necessitats netes passen de 500 unitats a 522 unitats, es continua demanant 3 lots de 200 unitats cada un.

ESCRIURE, S.A.

ESCRIURE és una empresa dedicada a la comercialització de material d'oficina. Per aquesta nova temporada, les grans superfícies ja li han confirmat les vendes dels seus dos productes més exitosos, el pack "Escolar" i el pack "Negocis". A partir de les vendes, el director de planificació es planteja portar a terme el següent Pla Mestre de Producció (per setmanes):

Referències	Novembre				Desembre			
	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.
Pack Negocis	0	0	0	2.500	0	7.500	2.500	10.000
Pack Escolar	0	0	2.500	0	10.000	5.000	0	2.500

Els dos models de packs estan formats a partir de dos bolígrafs bàsics cadascun (Referència: Bolígraf A-35), però amb complements diferents. Mentre el model "Negocis" inclou dos recanvis per aquest bolígraf (Referència: Recanvi R-35), el model "Escolar" inclou 4 llapis de diferent color (tot i canviar el color la referència és la mateixa: Llapis L-35).

Cada recanvi R-35 està format de 1 mina (Referència: Mina M-65) i un capçal (Referència: Capçal C-80). Per al muntatge d'un d'aquests recanvis, l'operari que ho fa manualment, hi destina 1 minut. Cal que per iniciar el muntatge els components estiguin disponibles dues setmanes abans de la data de lliurament. Per tal de produir recanvis R-35, el bt mínim de fabricació és de 2.500 unitats.

Cada llapis L-35 es forma a partir d'un altre llapis (Referència: L-10) que es compra al estranger, però al que se li grava unes inscripcions per fer-lo més atractiu. La grabació d'aquestes inscripcions representa una feina de 2 minuts per llapis. Per portar a terme la inscripció cal que els llapis L-10 necessaris estiguin disponibles una setmana abans del lliurament. Es treballa amb lots mínims de 1.000 llapis L-35 cada vegada.

Per tal de muntar el pack de "Negocis", manualment es requereixen 2 minuts per pack, mentre que per l' "Escolar" és suficient 1 minut per pack. Ara bé, mentre que per a la elaboració del pack de "Negocis" el responsable de planificació considera necessari tenir tots els materials disponibles dues setmanes abans de començar els muntatges, pel pack "Escolar" creu que és suficient tenir-los només una setmana abans. En els dos productes es treballa sempre amb lots mínims de fabricació de 1.000 unitats.

Els estocs actuals de material son, expressats en unitats físiques:

Producte	Estoc
Pack Negocis	3.000
Pack Escolar	3.000
R-35	10.000
L-35	4.500
M-65	500
C-80	850
L-10	1.000

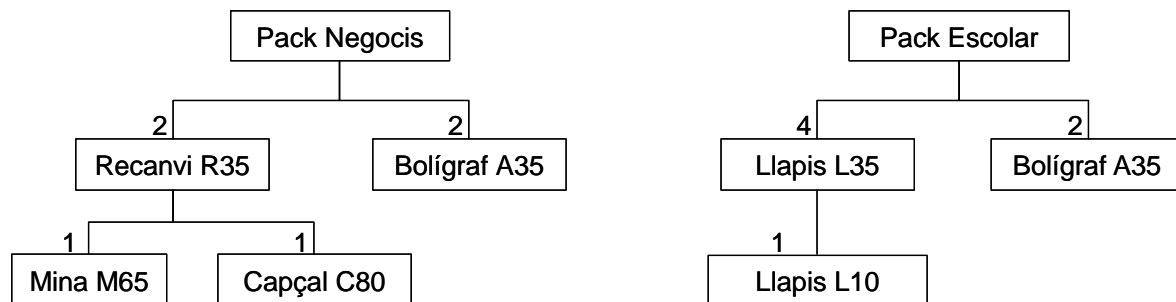
Totes les tasques per a portar a terme el muntatge d'aquests dos productes es porten a terme a la secció d'acabats. Aquesta secció treballa 5 dies a la setmana a 2 torns diaris, on 14 treballadors per torn realitzen 7:30 hores reals de feina per torn.

Es demana:

- Dibuixar el BOM dels dos productes implicats
- Calcular les ordres de fabricació implicades
- Pot portar-se a terme el Pla Mestre de Producció proposat?
- Si no es pot portar a terme el Pla de Producció proposat, què es pot fer solucionar aquest problema sense variar aquest ni afegir nous recursos?.

SOLUCIÓ

- Dibuixar el BOM dels dos productes implicats



- Calcular les ordres de fabricació implicades

Per conèixer les ordres de fabricació cal calcular les taules dels productes implicats al MRP.

<i>Pack Negocis</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB		0	0	0	2.500	0	7.500	2.500	10.000
RP									
Estoc	3.000	3.000	3.000	3.000	500	500	0	500	500
NN		0	0	0	0	0	7.000	2.500	9.500
Recepció Ordres							7.000	3.000	10.000
Llançament Ordres					7.000	3.000	10.000		

<i>Pack Escolar</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB		0	0	2.500	0	10.000	5.000	0	2.500
RP									
Estoc	3.000	3.000	3.000	500	500	500	500	500	0
NN		0	0	0	0	9.500	4.500	0	2.000
Recepció Ordres						10.000	5.000	0	2.000
Llançament Ordres					10.000	5.000		2.000	

<i>Recanvi R35</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB		0	0	0	14.000	6.000	20.000	0	0
RP									
Estoc	10.000	10.000	10.000	10.000	1.000	0	0	0	0
NN		0	0	0	4.000	5.000	20.000	0	0
Recepció Ordres					5.000	5.000	20.000		
Llançament Ordres			5.000	5.000	20.000				

Llapis L35	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB		0	0	0	40.000	20.000	0	8.000	0
RP									
Estoc	4.500	4.500	4.500	4.500	500	500	500	500	500
NN		0	0	0	35.500	19.500	0	7.500	0
Recepció Ordres					36.000	20.000		8.000	
Llançament Ordres				36.000	20.000		8.000		

Les ordres de fabricació resultants son:

Referències	Novembre				Desembre			
	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.
Pack Negocis				7.000	3.000	10.000		
Pack Escolar				10.000	5.000		2.000	
R-35		5.000	5.000	20.000				
L-35			36.000	20.000		8.000		

c) Pot portar-se a terme el Pla Mestre de Producció proposat?

Per tal de veure si aquest pla es pot portar a terme, es calcularà el CRP. La càrrega necessària a la secció d'acabats per a portar a terme el Pla Mestre de Producció és (en minuts):

Referències	Novembre				Desembre			
	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.
Pack Negocis				14.000	6.000	20.000		
Pack Escolar				10.000	5.000		2.000	
R-35		5.000	5.000	20.000				
L-35			72.000	40.000		16.000		
TOTAL		5.000	77.000	84.000	11.000	36.000	2.000	

Aquesta càrrega caldrà periodificar-la segons els terminis de lliurament de cada producte, ja que el més normal és que la càrrega es distribueixi uniformement dins del termini de lliurament o "lead time" amb el que es treballa. D'aquesta forma es tindrà:

Referències	Novembre				Desembre			
	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.
Pack Negocis				7.000	10.000	13.000	10.000	
Pack Escolar				10.000	5.000		2.000	
R-35		2.500	5.000	12.500	10.000			
L-35			72.000	40.000		16.000		
TOTAL		2.500	77.000	69.500	25.000	29.000	12.000	

Comparant la càrrega necessària mostrada amb el CRP amb els minuts disponibles setmanals (63.000 minuts setmanals, tenint en compte que es treballen 5 dies a la setmana, amb 14 treballadors a cadascun dels dos torns), tal i com mostra la figura 1, es pot veure com aquest pla de producció no és factible ja que hi ha dues setmanes on es requereix més temps a la secció d'acabats del realment disponible.

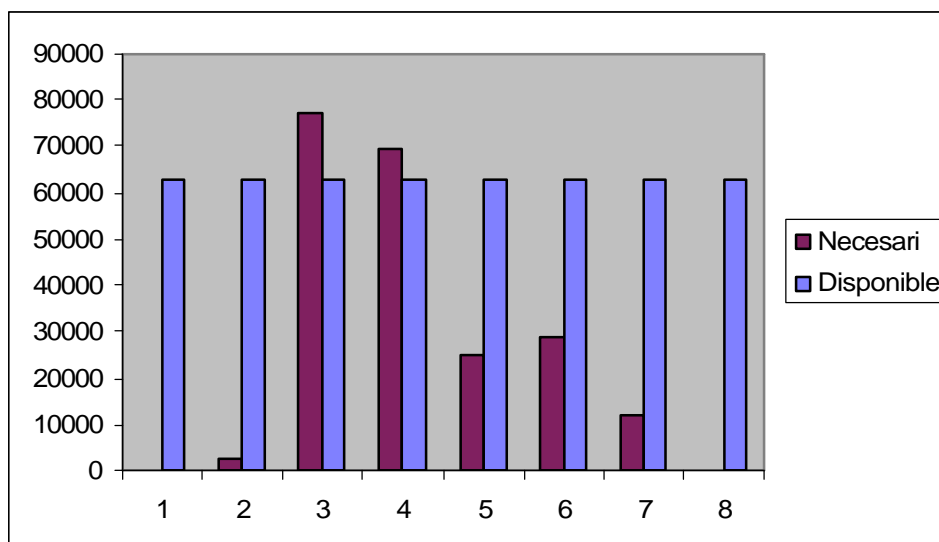


Figura 1: Càrrega de treball prevista exacte a la secció de d'acabats segons el Pla de Producció

d) *Si no es pot portar a terme el Pla de Producció proposat, què es pot fer per solucionar aquest problema sense variar aquest ni afegir nous recursos?*

Una de les possibilitats, sense tenir que variar el Pla Mestre de Producció, és la de allargar el període d'aprovisionament (lead-time) d'algun producte, per tal de repartir en més períodes una mateixa càrrega de treball. Per descomptat, això farà canviar les ordres de producció.

Per exemple es podria provar d'allargar el temps d'aprovisionament del producte L-35, passant d'una setmana a dues. Això farà que calgui tenir els seus components una setmana abans, però en canvi, dóna més temps per a portar a terme la grabació d'aquest producte. Fent aquest canvi s'han de tornar a calcular les taules de l'MRP:

<i>Pack Negocis</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB		0	0	0	2.500	0	7.500	2.500	10.000
RP									
Estoc	3.000	3.000	3.000	3.000	500	500	0	500	500
NN		0	0	0	0	0	7.000	2.500	9.500
Recepció Ordres							7.000	3.000	10.000
Llançament Ordres					7.000	3.000	10.000		

<i>Pack Escolar</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB		0	0	2.500	0	10.000	5.000	0	2.500
RP									
Estoc	3.000	3.000	500	500	500	500	500	500	0
NN		0	0	0	0	9.500	4.500	0	2.000
Recepció Ordres						10.000	5.000	0	2.000
Llançament Ordres					10.000	5.000		2.000	

<i>Recanvi R35</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB		0	0	0	14.000	6.000	20.000	0	0
RP									
Estoc	10.000	10.000	10.000	10.000	1.000	0	0	0	0
NN		0	0	0	4.000	5.000	20.000	0	0
Recepció Ordres					5.000	5.000	20.000		
Llançament Ordres			5.000	5.000	20.000				

<i>Llapis L35</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB		0	0	0	40.000	20.000	0	8.000	0
RP									
Estoc	4.500	4.500	4.500	4.500	500	500	500	500	500
NN		0	0	0	35.500	19.500	0	7.500	0
Recepció Ordres					36.000	20.000		8.000	
Llançament Ordres			36.000	20.000		8.000			

Les noves ordres de producció seran les que es mostren en la taula següent:

Referències	Novembre				Desembre			
	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.
Pack Negocis				7.000	3.000	10.000		
Pack Escolar				10.000	5.000		2.000	
R-35		5.000	5.000	20.000				
L-35		36.000	20.000		8.000			

La càrrega necessària a la secció d'acabats per a portar a terme el Pla Mestre de Producció és (en minuts):

Referències	Novembre				Desembre			
	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.
Pack Negocis				14.000	6.000	20.000		
Pack Escolar				10.000	5.000		2.000	
R-35		5.000	5.000	20.000				
L-35		72.000	40.000		16.000			
TOTAL		77.000	45.000	44.000	27.000	20.000	2.000	

Periodificant la càrrega:

Referències	Novembre				Desembre			
	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.
Pack Negocis				7.000	10.000	13.000	10.000	
Pack Escolar				10.000	5.000		2.000	
R-35		2.500	5.000	12.500	10.000			
L-35		36.000	56.000	20.000	8.000	8.000		
TOTAL		38.500	61.000	49.500	33.000	21.000	12.000	

A la figura 2, s'observa com aquesta vegada si que es pot portar a terme el Pla Mestre de Producció, que en el fons és el mateix que al anterior cas però amb un canvi en el "lead time" d'un producte.

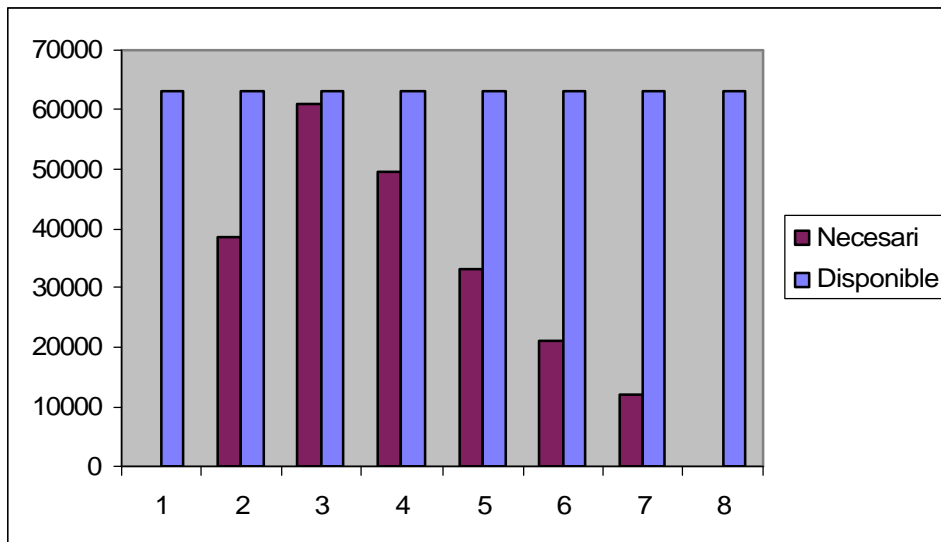


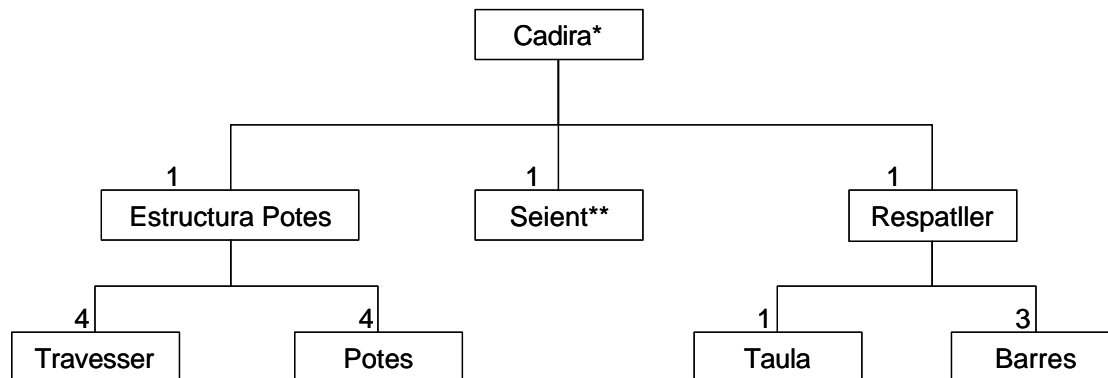
Figura 2: Càrrega de treball prevista exacte a la secció de d'acabats segons el Pla de Producció amb el producte L-35 amb un lead time de dues setmanes

SEATING, S.L.

Seating, S.L. és una empresa que es dedica a la fabricació i venda de diferents tipus de mobles fets amb material plàstic. Tot i que té un ampli catàleg, els producte estrella de l'empresa és la cadira de jardí, en qualsevol de les tres variants que fabrica: "Eivissa", "Menorca" i "Formentera".

Les tres variants de la cadira de jardí son pràcticament iguals, ja que només en varia el color i la qualitat del "seient" que s'utilitza per a la seva fabricació.

Els components necessaris per a fabricar qualsevol de les tres cadires es representen segons la següent llista de materials (BOM o Bill of Materials):



* Cada cadira té la mateixa estructura, però canviant el tipus de seient.

** El seient serà del tipus "Seient Eivissa" per a la cadira tipus "Eivissa", "Seient Menorca" per a la de tipus "Menorca" i "Seient Formentera" per a la del tipus "Formentera".

La ruta de fabricació per a produir els tres components que es realitzen a la pròpia empresa, requereix del següent temps en cada secció de fabricació:

Producte	Estoc	Lead-Time	Secció de muntatge	Secció de pintura
Cadira		1 dia	1 min/u.	
Estructura potes	60 u.	1 dia	1,5 min/u.	0,5 min/u.
Respatller	35 u.	1 dia	2 min/u.	0,5 min/u.

L'empresa, que sempre treballa contra comanda, té assegurades les properes comandes per a les properes cinc setmanes. De totes maneres, tenint en compte els terminis mínims de fabricació, a l'hora de planificar és suficient tenir en compte únicament les comandes per a les dues properes setmanes.

Model cadira	Setmana 1					Setmana 2				
	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.
Eivissa						100	130			
Menorca						200	120			
Formentera						100				

Cal tenir en compte les següents característiques dels productes comprats:

Producte	Estoc	Mida de lot	Lead-Time	Cicle de reaprovisionament
Seient "Eivissa"	50 u.		1 dia	
Seient "Menorca"			1 dia	
Seient "Formentera"			1 dia	
Travesser	110 u.		1 dia	1 set.
Potes	160 u.	1.000 u.	1 dia	
Tauler	35 u.		1 dia	
Barres	90 u.		1 dia	

I a més, que l'empresa treballa 5 dies a la setmana, en torns de 6,5 hores reals de treball. A la secció de muntatge es treballa a dos torns diaris, mentre que a la de pintura tan sols a un. La secció de muntatge és la secció de treball que generalment va més al límit de la seva capacitat màxima.

Es demana:

- Si el director de producció calculés normalment el Pla Mestre de Producció agregant els tres tipus de productes per setmanes, quin podria ser un Pla Mestre de Producció factible?
- Si el director de producció calculés el Pla Mestre de Producció agregant els tres tipus de productes per dies, i tenint el compte el "lead time" de cada component, quin podria ser un Pla Mestre de Producció factible?
- Com s'explica que en el mateix cas, amb les mateixes dades, es puguin obtenir dos resultats diferents en els apartats anteriors en funció de com es calculi el Pla Mestre de Producció?
- A partir del darrer Pla Mestre de Producció factible, calcula les ordres de compra i de fabricació relacionades.
- És factible portar a terme les ordres de fabricació calculades?

SOLUCIÓ

a) Si el director de producció calculés normalment el Pla Mestre de Producció agregant els tres tipus de productes per setmanes, quin podria ser un Pla Mestre de Producció factible?

Atès que els tres productes a planificar son molt similars, especialment en el seu procés productiu, es pot treballar amb un sol Pla Mestre de Producció. Aquest Pla Mestre l'agregarem per productes i per setmanes, tal i com se'ns demana. Així doncs, tenim les següents previsions de vendes:

Previsions de vendes	Setmana 1	Setmana 2
Família "Cadires"		650 u.

La Família "Cadires" inclou totes les vendes de les tres variants de cadires de jardí.

A partir d'aquestes previsions de vendes, un primer Pla Mestre de Producció, seria aquell en el que produïm cada setmana exactament allò que preveiem vendre:

Pla de Producció 1	Setmana 1	Setmana 2
Família "Cadires"		650 u.

Per tal de comprovar si aquest Pla de Producció és factible es calcularà l'RCCP (Rough Cut Capacity Planning) o Càlcul aproximat de la capacitat de producció. Atès que dels dos recursos productius que utilitza l'empresa, les seccions de muntatge i de pintura, tan sols la de muntatge és crítica, només es calcularà l'RCCP per aquesta.

RCCP Secció de Muntatge	Setmana 1	Setmana 2
Hores disponibles	65 hores	65 hores
Hores necessàries		48,75 hores

Per a calcular les hores disponibles s'ha tingut en compte que cada setmana té 5 dies laborables, on es treballa 2 torns de 6,5 hores cadascun.

Per al càlcul de les hores necessàries s'ha tingut en compte que cal fer 650 cadires, i que cadascuna d'elles requereix de 4,5 minuts d'utilització de la secció de muntatge.

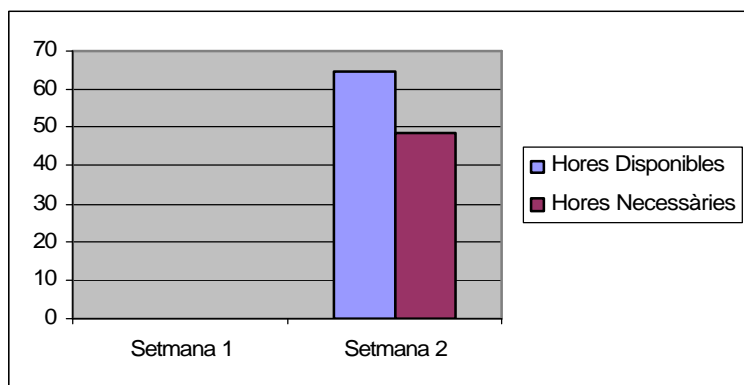


Figura 1. Càrrega de treball prevista aproximada a la secció de muntatge segons el Pla de Producció 1

Atès que les hores necessàries són menors que les hores disponibles, en principi aquest Pla Mestre de Producció es pot portar a terme.

b) Si el director de producció calculés el Pla Mestre de Producció agregant els tres tipus de productes per dies, i tenint en compte el "lead time" de cada component, quin podria ser un Pla Mestre de Producció factible?

Si el director de producció calculés el mateix Pla Mestre de Producció però agregant els productes, sense agregar per setmanes, la previsió de vendes sobre la que treballaria seria la següent:

Previsió de vendes	Setmana 1					Setmana 2				
	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.
Família "Cadires"						400	250			

Al igual que al cas anterior, a partir d'aquestes previsions de vendes, un primer Pla Mestre de Producció podria ser aquell en el que produïm cada dia exactament allò que preveiem vendre:

Setmana 1	Setmana 2
-----------	-----------

Pla de Producció 2	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.
Família "Cadires"						400	250			

Per tal de comprovar si aquest Pla de Producció és factible també es calcularà l'RCCP (Rough Cut Capacity Planning). Ara bé, en aquest cas, el director de producció vol afinar una mica més els resultats i decideix tenir en compte el "lead time".

El "lead time" del producte "cadira" marca que per a fabricar un lot de cadires es requereix un dia de treball en la secció. Això indica, que serà necessari portar a terme el muntatge de la cadira un dia abans, i a més tenir-hi tots els components preparats. D'aquesta manera la fabricació d'aquests components no es podrà realitzar el mateix dia, sinó que caldrà portar-la a terme dos dies abans (ja que el seu "lead time" de fabricació també és d'un dia). D'aquesta forma, la càrrega de treball per a fer el muntatge d'un lot de cadires s'imputarà el dia anterior al que calgui lliurar les cadires, mentre que la càrrega de treball deguda a la producció dels seus components s'haurà d'imputar dos dies abans. Tenint en compte aquest aspecte, el càlcul del RCCP donarà els següents resultats:

RCCP Secció Muntatge	Setmana 1					Setmana 2				
	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.
Hores disponibles	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Hores necessàries				23,33	21,25	4,17				

Per al càlcul del RCCP, tenint en compte el "lead time", i a partir dels temps de fabricació de cada producte en cada secció, s'ha considerat que per a cada cadira que es vulgui fabricar es requereix 1 minut de la secció de muntatge el dia anterior, i 3,5 minuts de la mateixa secció dos dies abans per tal de preparar-ne els components necessaris.

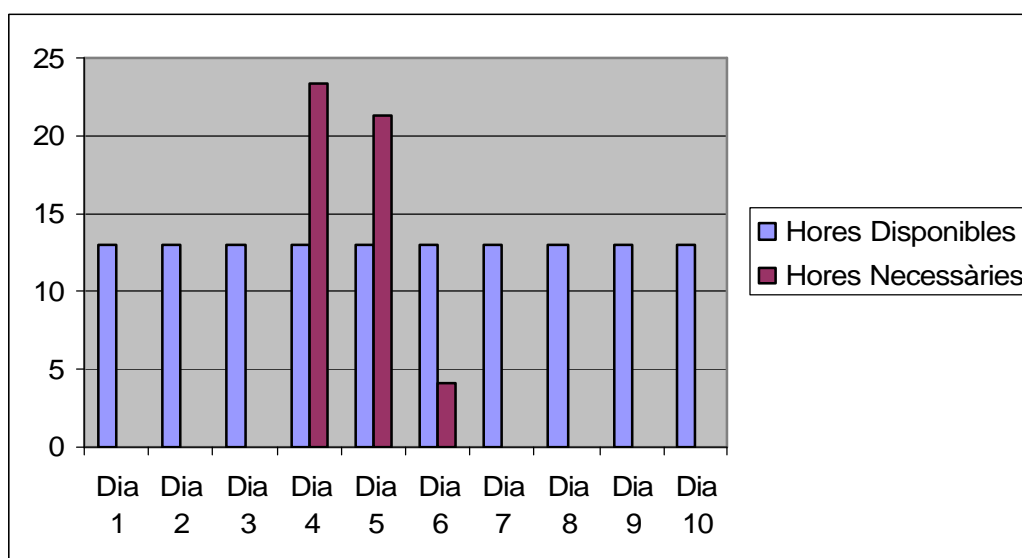


Figura 2. Càrrega de treball prevista aproximada a la secció de muntatge segons el Pla de Producció 2

Atès que hi ha alguns dies més hores necessàries que no disponibles, caldrà refer el Pla Mestre de Producció, ja que aquest no es podria portar a terme.

Per tal de refer aquest pla es poden portar a terme moltes estratègies, però en tot cas, abans de fer res cal analitzar la situació. En aquest cas, tota la producció està concentrada

en dos dies concrets, per tant una bona solució seria provar de distribuir-la considerant un dia més. Aquest dia, evidentment haurà de ser anterior als inicialment previstos, ja que sinó no es serviren les comandes a temps. D'aquesta forma, tenint en compte que cal produir en total 650 cadires, es pot provar què passaria si en produïm aproximadament una tercera part durant tres dies consecutius. Així doncs tenim el següent Pla Mestre de Producció:

Pla de Producció 3	Setmana 1					Setmana 2				
	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.
Família "Cadires"					216	217	217			

Per aquest nou pla es calcula també l'RCCP per tal de comprovar si és factible:

RCCP Secció Muntatge	Setmana 1					Setmana 2				
	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.
Hores disponibles	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Hores necessàries			12,60	16,26	16,28	3,62				

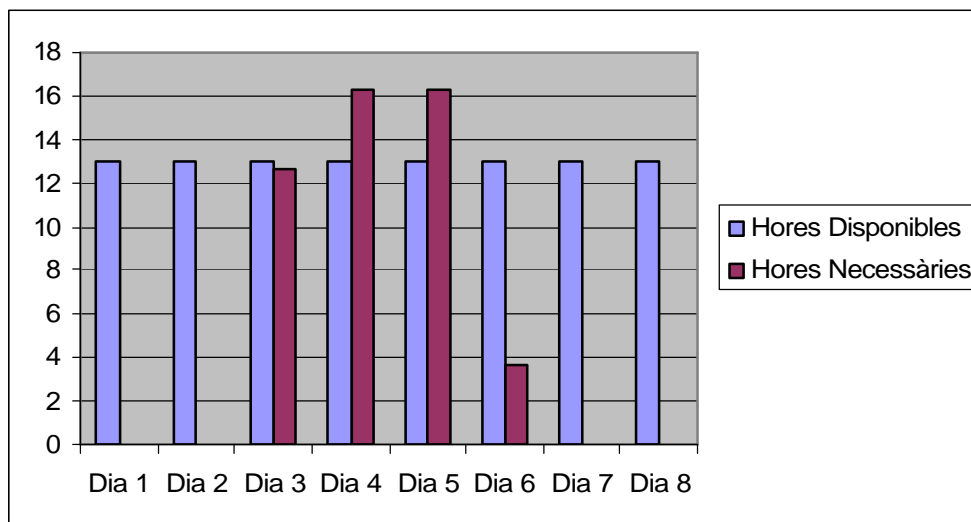


Figura 3. Càrrega de treball prevista aproximada a la secció de muntatge segons el Pla de Producció 3

Tampoc pot portar-se a terme aquest Pla Mestre, pel que es pot provar de distribuir la producció en 4 dies, tal i com mostra el següent Pla Mestre de Producció:

Pla de Producció 4	Setmana 1					Setmana 2				
	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.
Família "Cadires"				162	162	163	163			

Per aquest nou pla es calcula també l'RCCP per tal de comprovar si és factible:

RCCP Secció Muntatge	Setmana 1					Setmana 2				
	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.
Hores disponibles	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Hores necessàries		9,45	12,15	12,21	12,23	2,72				

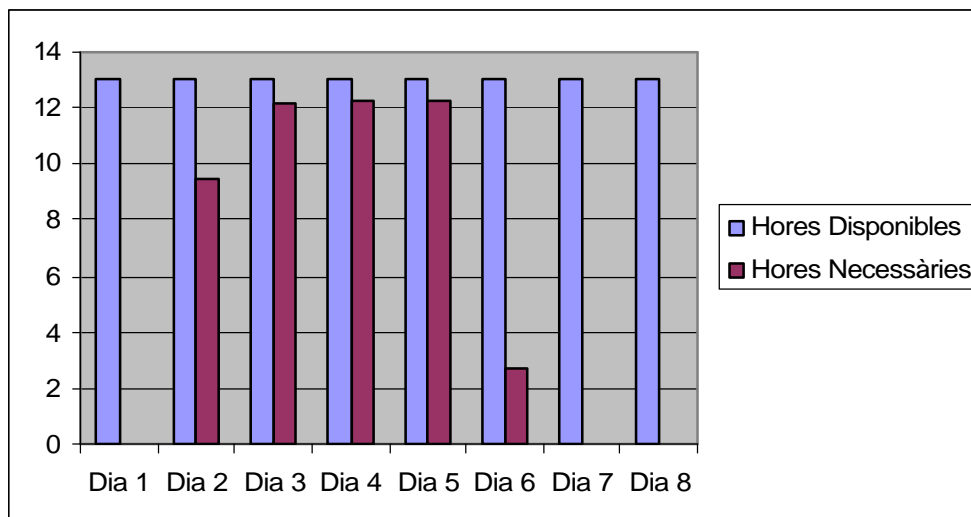


Figura 4. Càrrega de treball prevista aproximada a la secció de muntatge segons el Pla de Producció 4

Aquest darrer Pla Mestre de Producció si que és factible, pel que pot ser una de les possibles solucions, que no la única, al problema plantejat.

c) Com s'explica que en el mateix cas, amb les mateixes dades, es puguin obtenir dos resultats diferents en els apartats anteriors en funció de com es calculi el Pla Mestre de Producció?

Per tal de saber si un Pla Mestre de Producció és factible cal analitzar si es disposen dels recursos necessaris, per exemple mitjançant l'RCCP. Ara bé, cal tenir en compte que aquest càlcul és sempre aproximat, ja que per un costat es treballa amb dades agregades i per l'altre sovint no es té en compte tota la informació de que es podria disposar (mida dels lots, recepcions previstes, lead time, estocs de seguretat, ...). Si es tingués en compte tota la informació disponible, el càlcul seria molt complex i gens ràpid que és el que es pretén amb el Pla Mestre de Producció.

La diferència principal entre el primer i el darrer Pla Mestre Calculat està en que el primer està agregat per setmanes. Al fer això, s'està repartint tota la càrrega de la mateixa forma dins de la setmana, quan en realitat tota la càrrega real només recau sobre els dos primers dies.

Així doncs, al fer un Pla Mestre de Producció s'ha de poder prescindir de prou dades com per a que es pugui calcular de forma fàcil, però al mateix temps no es pot simplificar excessivament de forma que els resultats siguin molt diferents del que succeirà en realitat.

d) A partir del darrer Pla Mestre de Producció factible, calcula les ordres de compra i de fabricació relacionades.

Per tal de calcular les ordres de compra i de fabricació relacionades amb el Pla Mestre de Producció escollit, caldrà que calculem l'MRP. A l'MRP si que es tindrà en compte tota la informació de que es disposa.

A tal efecte, el primer que es pot fer es desagregar el pla, per tal de tenir present els tres tipus de cadires a fabricar. Atès que no hi ha cap indicació, es desagregarà de la forma que es consideri més convenient, respectant la producció total estipulada així com les ordres en

ferm de cada tipus de cadira. La agregació de dades només serveix per a facilitar els càlculs durant el desenvolupament del Pla Mestre de Producció. Una possible desagregació és la expressada en la següent taula:

Pla de producció	Setmana 1					Setmana 2				
	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.
Eivissa						163	67			
Menorca				62	162		96			
Formentera				100						
TOTAL				162	162	163	163			

A partir d'aquest Pla Mestre de Producció es calcula l'MRP, producte a producte, i dia a dia.

<i>Cadira Eivissa</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB							163	67	
RP									
Estoc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NN		0	0	0	0	0	163	67	0
Recepció Ordres							163	67	
Llançament Ordres						163	67		

<i>Cadira Menorca</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB					62	162		96	
RP									
Estoc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NN		0	0	0	62	162	0	96	0
Recepció Ordres					62	162		96	
Llançament Ordres				62	162		96		

<i>Cadira Formentera</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB					100				
RP									
Estoc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NN		0	0	0	100	0	0	0	0
Recepció Ordres					100				
Llançament Ordres				100					

<i>Estructura Potes</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB				162	162	163	163		
RP									
Estoc	60	60	60	0	0	0	0	0	0
NN		0	0	102	162	163	163	0	0
Recepció Ordres				102	162	163	163		
Llançament Ordres			102	162	163	163			

<i>Respatller</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB				162	162	163	163		
RP									
Estoc	35	35	35	0	0	0	0	0	0
NN		0	0	127	162	163	163	0	0
Recepció Ordres				127	162	163	163		
Llançament Ordres			127	162	163	163			

<i>Seient Eivissa</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB						163	67		
RP									
Estoc	50	50	50	50	50	0	0	0	0
NN		0	0	0	0	113	67	0	0
Recepció Ordres						113	67		
Llançament Ordres					113	67			

<i>Seient Menorca</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB				62	162	0	96		
RP									
Estoc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NN		0	0	62	162	0	96	0	0
Recepció Ordres				62	162		96		
Llançament Ordres			62	162		96			

<i>Seient Formentera</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB				100					
RP									
Estoc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NN		0	0	100	0	0	0	0	0
Recepció Ordres				100					
Llançament Ordres			100						

<i>Travesser</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB			408	648	652	652			
RP									
Estoc	110	110	0	0	0	0	0	0	0
NN		0	298	648	652	652	0	0	0
Recepció Ordres			298	648	652	652			
Llançament Ordres		298	648	652	652				
Llançament Ordres 2		2.250							
Estoc 2		110	1.952	1.304	652	0	0	0	0

<i>Potes</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB			408	648	652	652			
RP									
Estoc	160	160	752	104	452	800	800	800	800
NN		0	248	0	548	200	0	0	0
Recepció Ordres			1.000		1.000	1.000			
Llançament Ordres		1.000		1.000	1.000				

<i>Tauler</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB			127	162	163	163			
RP									
Estoc	35	35	0	0	0	0	0	0	0
NN		0	92	162	163	163	0	0	0
Recepció Ordres			92	162	163	163			
Llançament Ordres		92	162	163	163				

<i>Barres</i>	Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
NB			381	486	489	489			
RP									
Estoc	90	90	0	0	0	0	0	0	0
NN		0	291	486	489	489	0	0	0
Recepció Ordres			291	486	489	489			
Llançament Ordres		291	486	489	489				

Així doncs, a partir dels resultats dels quadres anteriors, les ordres de fabricació resultants són:

Ordres de fabricació	Setmana 1					Setmana 2				
	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.
Cadira Eivissa					163	67				
Cadira Menorca			62	162		96				
Cadira Formentera			100							
Estructura potes		102	162	163	163					
Respatller		127	162	163	163					

I les ordres de compra:

Ordres de compra	Setmana 1					Setmana 2				
	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.
Seient Eivissa				113	67					
Seient Menorca		62	162		96					
Seient Formentera		100								
Travesser	2.250									
Potes	1.000		1.000	1.000						
Tauler	92	162	163	163						
Barres	291	486	489	489						

e) És factible portar a terme les ordres de fabricació calculades?

Per tal de comprovar si el és factible portar a terme les ordres de producció generades cal calcular el CRP (Capacity Requirements Planning o Planificació dels Requeriments de Capacitat).

Aquest càlcul és similar al RCCP anteriorment calculat, amb la diferència que aquest és exacte, ja que s'ha tingut en compte tota la informació de què es disposa (lots, períodes d'aprovisionament, ...). En principi si l'RCCP havia donat bé, com així havia estat, no hi haurien d'haver problemes al CRP. Si n'hi haguessin, caldria tornar a replantejar el Pla Mestre de Producció.

Aquest càlcul es realitzarà per a totes les seccions de l'empresa, en aquest cas la secció de muntatge i la de pintura.

CRP Secció Muntatge	Setmana 1					Setmana 2				
	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.
Hores disponibles	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Hores necessàries		6,78	12,15	12,21	12,23	2,72				

CRP Secció Pintura	Setmana 1					Setmana 2				
	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.	Dill.	Dima.	Dime.	Dij.	Div.
Hores disponibles	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Hores necessàries		1,91	2,70	2,72	2,72					

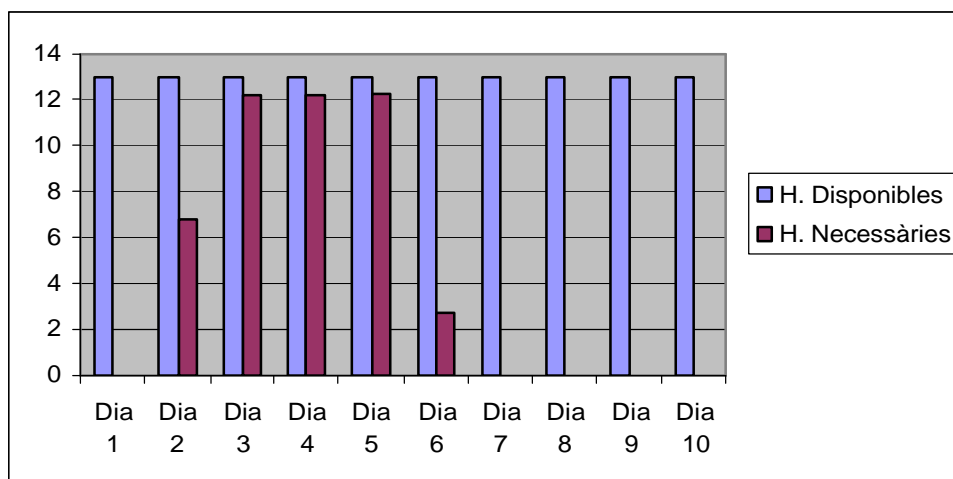


Figura 5. Càrrega de treball prevista exacte a la secció de muntatge segons el Pla de Producció 4

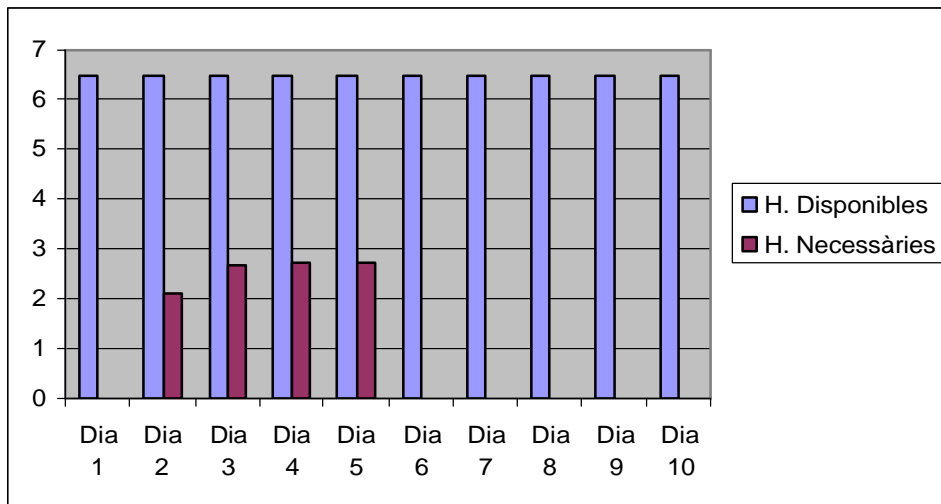


Figura 6. Càrrega de treball prevista exacte a la secció de pintura segons el Pla de Producció 4

Es pot comprovar com el Pla Mestre de Producció genera unes ordres de producció factible. Addicionalment es pot comprovar com la càrrega prevista aproximada de la secció de muntatge (Figura 4) és força similar, tot i que no igual, a l'exacta prevista (Figura 5).

XanYuiZ

Per a la realització dels articles X i Y hi intervenen dues seccions de l'empresa: la secció de muntatge on el cost d'una hora de treball és de 50 € i la secció d'acabats on el cost per hora és de 70€.

Amb la informació de la taula adjunta on s'especifica l'estructura de producte, es demana,

- Calcula el preu unitari dels productes X i Y
- Calcula la diferència de temps entre la fabricació d'un lot i una unitat de producte X

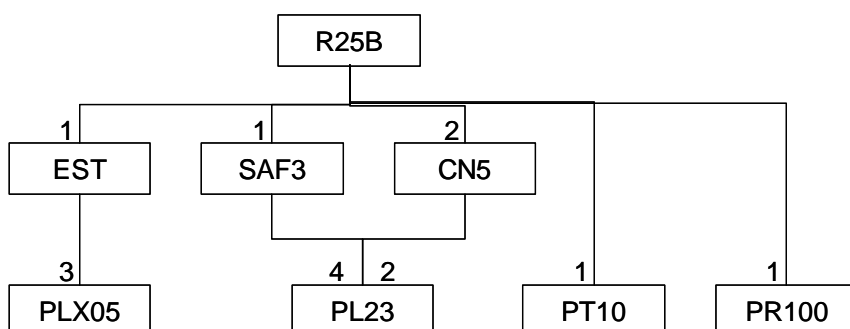
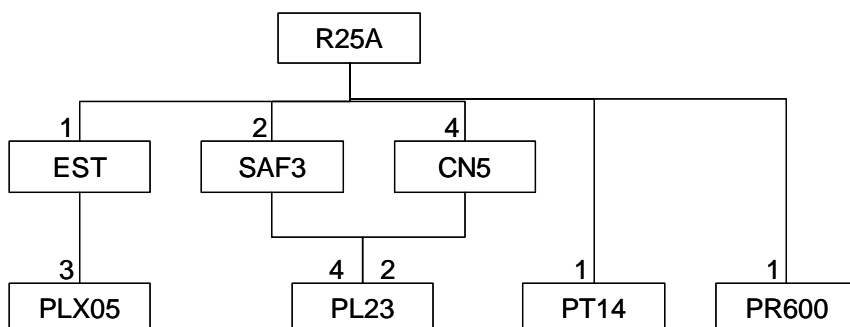
CODI	TIPUS	PROCÉS	LEAD-TIME	LOT	COMPONENTS I QUANTITATS				
X	Producte	Muntatge 15 min/u	1 set	10 u	COM1 3	COM2 3	COM7 1	COM5 4	COM9 4
Y	Producte	Muntatge 15 min/u	1 set	10 u	COM2 6	COM7 1	COM5 4	COM9 4	
COM1	Semi-elaborat	Muntatge 5 min/u	1 set	300 u	COM3 1	Z 2	COM9 4		
COM2	Semi-elaborat	Muntatge 4 min/u	1 set	500 u	COM4 1	Z 2	COM9 4		
COM3	Semi-elaborat	Muntatge 5 min/u	2 set	600 u	COM6 300 g.	COM8 60 g.	COM5 1		
COM4	Semi-elaborat	Muntatge 12 u/h	2 set	600 u	COM6 200 g.	COM8 60 g.	COM5 1		
Z	Semi-elaborat	Acabats 90 u/h	1 set	2500 u	COM6 50 g.				
COM5	Exterior	Comprat cada 2 setmanes (1 u.m./u)	3 set						
COM6	Exterior	Comprat (10 u.m./kg)	3 set	1000 Kg					
COM7	Exterior	Comprat (2500 u.m./lot)	4 set	250 u					
COM8	Exterior	Comprat (40 u.m./kg)	1 set	100 Kg					
COM9	Exterior	Comprat (5000 u.m./lot)	3 set	50000 u					

SOLUCIÓ

- Cost X = 127,53 u.m. i Cost Y = 122,03 u.m.
- 1 unitat = 72 minuts (muntatge) i 8 minuts (acabat); 1 lot (10 unitats) = 12h (muntatge) 1h20 minuts(acabat)

RENTADISH, S.A.

RENTADISH, fabricant de rentaplats, comercialitza dos models de rentaplats, un de gamma alta, el R25A i un altre més econòmic, el R25B. El model R25A és diferencia del de gamma econòmica per tenir un programador més complert, el PR600, a més de tenir més safates i més contenidors, i una porta d'alta resistència als cops. A continuació es mostren les estructures BOM d'ambdós models.



La senyora Font, com a Cap de Producció de l'empresa, disposa del Pla Mestre de Producció per a les pereres 6 setmanes:

Setmana	1	2	3	4	5	6
R25A	80	65	85	55	80	95
R25B	80	80	55	85	65	100

També es disposa de la següent informació de cada un dels articles del BOM:

Codi	Descripció	Nivell	Estoc inicial	Mida de lot	Lead-time	Recepcions Programades
R25A	Rentaplats g.alta	0	90	5	1	
R25B	Rentaplats g.econòmic	0	80	5	1	
EST	Estructura	1	120	20	2	1/200; 3/200
SAF3	Safata	1	80	10	1	1/300; 3/300; 5/300
CN5	Contenedor	1	50	10	1	1/400
PLX05	Planxa	2	25	1	1	1/100
PL23	Plàstic	2	25	25	2	1/3.000; 2/500
PT14	Porta alta resistència	2	0	1	1	
PT10	Porta estàndard	2	3	1	1	

PR600	Programador 600	2	25	10	1	
PR100	Programador 100	2	25	10	1	

La senyora Font sap que tant la fabricació de safates com de contenidors és problemàtica, així doncs, ha decidit fixar un estoc de seguretat de 30 unitats per a cada un dels articles.

Es demana:

- a) Determinar les ordres de compra dels articles Planxa i Plàstic per a les properes sis setmanes.

SOLUCIÓ

a)

Article	1	2	3	4	5	6
R25A	55	85	55	80	95	
R25B	80	55	85	65	100	
EST		40	200			
SAF3	70		120			
CN5	440	390	580	580		
PL23	75	1150				
PLX05		595				

EL TAMBORILERO

“El Tamborilero” és un taller artesanal fabricant de tambors que té ganes d’incorporar un estudiant de Gestió de la Producció per millorar el control de la seva producció. La seva especialització (del taller) ha resultat fins a tal extrem que només es dediquen a la fabricació de dos tipus de tambors. Els de 50 cm. de diàmetre i 50 d’alçada i els de 35 cm de diàmetre i 40 cm. d’alçada. Les baquetes (pals) d’ambdós tipus de tambor són de 35 cm i s’elaboren a partir d’uns llistons de fusta, que tornegen fins a donar la forma desitjada. El Cap de Compres de l’empresa adverteix que el proveïdor que subministra aquests llistons envia gairebé sempre 30 llistons defectuosos en cada lot, pel que s’està pensant seriosament en canviar de proveïdor.

La matèria primera per fer els tambors els arriba en planxes de fusta, per fer el cos del tambor. La corda arriba en cabdills de 500 m. Les anelles de fusta i els culs venen inclosos en el mateix lot i des del mateix proveïdor.

El procés per fer els cilindres a partir de la planxa de fusta consisteix en tallar la mida exacte i mitjançant unes operacions que guarden en rigorós secret li donen la forma cilíndrica i el fixen. El Cap de Producció adverteix que aquest procés és molt delicat, i que té un elevat índex de defectes en la seva fabricació, s’estima que el percentatge de cilindres defectuosos es situa al voltant d’un 12% de la producció total.

El pla mestre de producció per les properes dues setmanes és el que es mostra a continuació:

	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
Tambor ø50	17	20	12	25	23	32	20	17	0	0
Tambor ø35	18	22	25	29	28	38	27	25	0	0

Les característiques de cada producte es detallen tot seguit:

Codi	Descripció	Nivell	Estoc inicial	Mida del lot	Lead-time	Recepcions Programades
T50	tambor ø 50	0	100	1 unitat	2	5/50
T35	tambor ø 35	0	50	1 unitat	2	2/50
CA50	Caixa tambor ø 50	1		50 unitats	1	
CA35	Caixa tambor ø 35	1		50 unitats	1	
BAQ	Baquetes	1	10	100 unitats	1	
CI50	cilindre ø 50	2		10 unitats	2	
CI35	cilindre ø 35	2		10 unitats	2	
PLAFU	planxes fusta	3		50 planxes	1	
LLIFU	llistons de fusta	3	0	150 llistons	1	
CUIA50	culs i anelles ø 50	3		50 unitats	1	
CUIA 35	culs i anelles ø 35	3		150 unitats	1	
COR	corda	3		500 m	3	

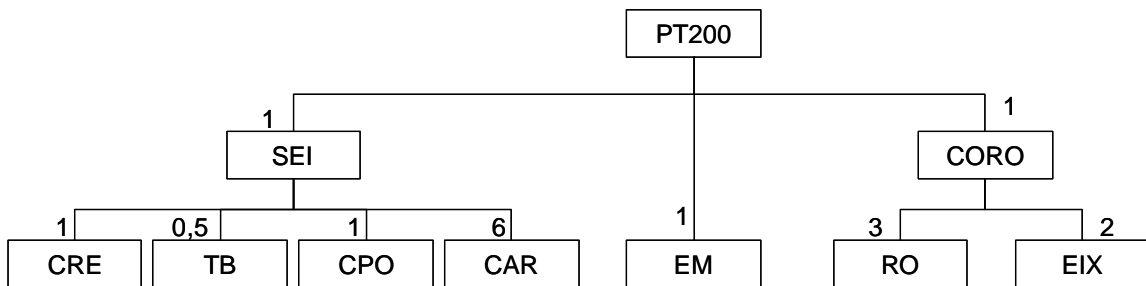
Cal recordar que el Lead-time tant pot ser degut a temps de lliurament des del proveïdor o bé pel temps que s’estima de fabricació del lot en qüestió.

L’estructura BOM de cada un dels productes acabats de l’empresa és la següent:

KASSUAL LAY

L'empresa KASSUAL LAY fabrica cotxets per a nadons. El cotxet amb més demanda aquesta temporada és el Pintage 200 (PT200). El cotxet està format per un seient, el conjunt de les 3 rodes i l'estructura del manillar. El seient està format d'un conjunt roba-espuma, un cistell porta-objectes, 6 cargols d'alta resistència i 0,5 Kg. de tub Bondy de 8 mm. de diàmetre. En referència al conjunt de rodes, aquest està format per tres rodes i dos eixos.

L'estructura BOM del producte és la següent:



El Pla Mestre de Producció indica que, segons les previsions, durant les properes set setmanes, s'han de fabricar les següents quantitats del Pintage200.

Setmana	1	2	3	4	5	6	7
Demanda (u)	50	190	250	450	600	300	300

A més, KASSUAL LAY ha rebut les següents comandes dels articles de més demanda del servei post-venda, ha rebut les següents comandes:

Setmana	1	2	3	4	5	6	7
CRE				100	100	500	800
CPO				100	100		100

El Cap de Producció adverteix que el procés de posta a punt del robot de control numèric que fa el muntatge del seient és molt costós i per tant, s'ha decidit fer els llançaments de les ordres de fabricació agrupades cada dues setmanes.

El Cap de Compres també apunta que el proveïdor del conjunt roba-espuma, Nyxtar, s.l., restringeix els períodes d'aprovisionament a cada tres setmanes.

La taula següent mostra, per als diferents articles, l'estoc disponible actualment, la mida dels lots de fabricació, el termini de fabricació o aprovisionament, i les recepcions programades.

Codi	Article	Nivell	Estoc inicial	Mida de lot	Lead-Time	Recepcions Programades
PT200	Pintage200	0	50	1	1	
SEI	Seient	1	200	100	1	2/100
CRE	Conjunt roba-espuma	2	1.000	1.000	2	
TB	Tub Bondy	2	250	300	1	1/100
CPO	Cistell porta objectes	2	1.500	2.000	1	
CAR	Cargols	2	2.500	5.000	1	1/1.500
EM	Estructura Manillar	2	500	100	1	
CORO	Conjunt rodes	1	300	50	2	1/1.500
RO	Rodes	2	0	25	3	
EIX	Eixos	2	0	24	1	

NOTA: La recepció 2/100 indica que la segona setmana arribarà un lot de 100 unitats.

Es demana:

- a) Determinar les ordres de fabricació o aprovisionament de tots els articles per a les properes set setmanes

SOLUCIÓ

a)

Article	1	2	3	4	5	6	7
PT200	190	250	450	600	300	300	
SEI	600		900		300		
CRE	1.000			2.000			
TB		600					
CPO			2.000				
CAR		5.000		5.000			
EM		400	600	300	300		
CORO				300			
RO	900						
EIX			600				

DEPLATJA, S.L.

DEPLATJA S.L és una empresa que es dedica a la fabricació i distribució de mobles de plàstic de platja i jardí. Pel proper estiu, té planificat el llançament de dos nous productes que es fabricaran a la planta de Granollers. Aquests dos productes son la taula "Miami" i el conjunt "Cancun".

La taula "Miami" és una nova versió d'una taula que ja es fabricava anteriorment al que se li han canviat les potes. Aquesta taula està formada únicament d'un taulell de plàstic de referència "Marbella", i 4 potes de plàstic de referència "Mx250". Atès que aquest producte és una "remodelació" d'un altre d'anterior, al magatzem encara es poden trobar 500 unitats de taulells de plàstic "Marbella".

Per altre part el conjunt "Cancun", no és res més que una altra taula de referència "Tenerife" complementada amb 6 cadires del model "Menorca". Les cadires "Menorca" es compren a l'exterior, però no així la taula "Tenerife" que està formada també per un taulell de plàstic de referència "Marbella" amb 4 potes d'alumini de referència "Al140". Justament d'aquest darrer producte, les potes "Al140", avui mateix n'ha arribat un contenidor a l'empresa amb 1.000 unitats.

A partir de la previsió de vendes que ha fet el departament comercial, l'empresa ha portat a terme el seu Pla Mestre de Producció, i en principi preveu produir els següent productes durant els mesos previs a l'estiu:

Referències	Maig				Juny			
	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.
Taula Miami	100	100	150	220	300	300	200	200
Conjunt Cancun	60	80	100	120	150	180	80	60

L'empresa només disposa d'una secció de muntatge, que és l'encarregada de fabricar tant la taula "Miami" com el conjunt "Cancun". En aquesta secció hi treballen 5 operaris 8 hores cada dia, durant 5 dies a la setmana.

Per al muntatge d'una sola taula, tant el model "Miami" com el "Tenerife", es requereixen 30 minuts de feina per operari, i es lliura el producte segons els lots que calgui fabricar una setmana més tard de la recepció de l'ordre de fabricació. En canvi per al muntatge d'un conjunt "Cancun", que consisteix en ajuntar en un mateix paquet la taula "Tenerife" amb les 6 cadires "Menorca" i posar-les en una caixa de cartró, el temps de fabricació és de 45 minuts, i els lliuraments es realitzen al cap de dues setmanes de la recepció de la ordre de fabricació.

Tenint en compte que:

- Les cadires "Menorca" es compren en contenidors de 200 unitats
- Hi ha un estoc de 500 taules "Miami" i 400 conjunts "Cancun" a l'empresa en l'actualitat. Per a la resta de productes, excepte el taulell "Marbella" i les potes "Al140", no hi ha estoc en aquests moments a l'empresa
- Atès que no s'està massa segur de les previsions realitzades, es desitja tenir un estoc de seguretat de 100 taules "Miami" i 100 conjunts "Cancun". Per a la resta de productes no es considera oportú disposar d'estoc de seguretat
- Tots els productes de compra tenen un termini de lliurament d'una setmana.

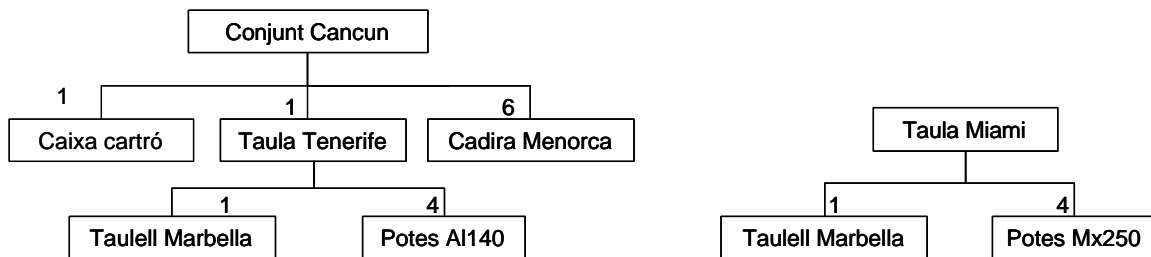
Es demana:

- a) Dibuixar el BOM dels dos productes implicats

- b) Quines son les ordres de fabricació implicades?
 c) I les ordres de compra?
 d) Pot portar-se a terme el Pla Mestre de Producció proposat?
 e) Si no es pot portar a terme el Pla de Producció proposat, quines accions es podrien portar a terme per tal de solucionar aquest problema?

SOLUCIÓ

a)



b)

Referències	Maig				Juny			
	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.
Taula Miami			170	300	300	200	200	
Conjunt Cancun		60	150	180	80	60		
Taula Tenerife	60	150	180	80	60			

c)

Referències	Maig				Juny			
	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.
Caixa cartró	60	150	180	80	60			
Cadira Menorca	400	1.000	1.000	600	200			
Taula Marbella		260	380	360	200	200		
Potes Mx250		680	1.200	1.200	800	800		
Potes AI140			560	320	240			

d)

Calculant el CRP, s'observa que no es pot portar a terme el Pla Mestre de Producció proposat, ja que hi ha setmanes amb més hores necessàries de treball que no disponibles.

Capacitat de producció	Maig				Juny			
	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.	1 set.	2 set.	3 set.	4 set.
Hores disponibles	200	200	200	200	200	200	200	200
Hores necessàries	30	97,5	253,75	313,75	277,5	152,5	122,5	0

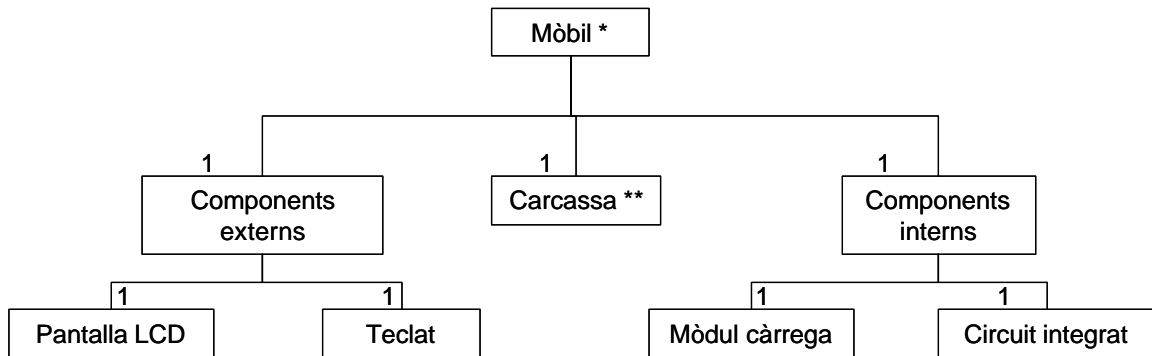
e)

Algunes de les possibles solucions a portar a terme són:

1. Canviar el Pla Mestre de Producció
2. Fer un reajust temporal en alguna de les ordres de producció i/o compra.
3. Variar els terminis de lliurament d'alguns dels components produïts
4. Variar el número de treballadors a la secció de muntatge
5. Fer hores extres o subcontractar comandes a la secció de muntatge
6. Treballar més dies durant algunes setmanes a la secció de muntatge
7. Utilitzar processos de producció alternatius (altres plantes de l'empresa)
8. Ajornar alguns dels lliuraments als clients

TELECAT

TELECAT és una empresa catalana dedicada a la fabricació de mòbils. D'entre els diversos mòbils que fabrica els tres models més venuts són els anomenats: "Jovent", "Esport" i "Bàsic". Tots tres són bàsicament iguals, de fet, estan formats pels mateixos components, variant només el disseny de la carcassa externa, tal i com s'observa a la llista de materials:



* Els tres mòbils tenen la mateixa estructura de producte, però canviant el tipus de carcassa.

** La carcassa serà del tipus "Jovent" per al mòbil tipus "Jovent", "Esport" per al mòbil tipus "Esport" i "Bàsic" per a la del tipus "Bàsic".

Les comandes en ferm de que disposa TELECAT per als propers 2 mesos, setmana a setmana, són:

Model mòbil	Mes 1				Mes 2			
	Setm.1	Setm. 2	Setm. 3	Setm. 4	Setm. 5	Setm. 6	Setm. 7	Setm. 8
Jovent				200	150	150	100	100
Esport				200	100	150	150	100
Bàsic				500	150	100	100	

A la planta de TELECAT només es porten a terme dues tasques: el muntatge dels diferents components i el posterior control de qualitat d'aquests. Cadascuna de les tasques es porta a terme en una secció diferent, sent la secció de muntatge la més crítica habitualment. Els temps necessaris per tal de portar a terme cada unitat de producte són els següents:

Producte	Secció de muntatge	Control de qualitat
Mòbil	5 min/u.	2 min/u.
Components externs	4 min/u.	1 min/u.
Components interns	3 min/u.	1 min/u.

Les característiques dels productes de TELECAT són:

Producte	Estoc	Mida de lot	Lead-Time
Mòbil Jovent	300	200	1 setmana
Mòbil Esport	300	200	1 setmana
Mòbil Bàsic	400	100	1 setmana
Components externs			1 setmana
Components interns			1 setmana
Carcassa "Jovent"		450	1 setmana
Carcassa "Esport"		450	1 setmana

Carcassa "Bàsic"		450	1 setmana
Pantalla LCD	1.650		2 setmanes
Teclat	450		2 setmanes
Mòdul càrrega		1.000	1 setmana
Circuit integrat	350	2.000	1 setmana

TELECAT treballa 5 dies a la setmana, en dos torns de 7 hores reals de treball cadascun a les dues seccions.

Es demana:

- Calcula un Pla Mestre de Producció factible tenint en compte que el director de planificació el calcula sempre mes a mes i considerant un única família de mòbils, és a dir agregant els tres productes.
- Calcula la càrrega aproximada de treball (RCCP) per al pla proposat, però aquest cop utilitzant períodes setmanals. És factible el pla?
- Si l'anterior pla no és factible, proposen un altre que si que ho sigui.
- A partir del darrer Pla Mestre de Producció factible, calcula les ordres de compra i de fabricació relacionades.
- Calcula la càrrega de treball (CRP) de la secció de muntatge, a partir de les anteriors ordres de producció calculades, per tal de comprovar si és factible portar-les a terme.

SOLUCIÓ

a)

Pla de producció	Mes 1	Mes 2
Família "Mòbils"	900 u.	1.350 u.

L'RCCP confirma que aquest pla de producció és factible.

RCCP Secció de Muntatge	Mes 1	Mes 2
Hores disponibles	280 hores	280 hores
Hores necessàries	180 hores	270 hores

b) Calcula la càrrega aproximada de treball (RCCP) per al pla proposat, però aquest cop utilitzant períodes setmanals. És factible el pla?

El pla no és factible.

RCCP Secció Muntatge	Mes 1				Mes 2			
	Setm. 1	Setm. 2	Setm. 3	Setm. 4	Setm. 5	Setm. 6	Setm. 7	Setm. 8
Hores disponibles	70	70	70	70	70	70	70	70
Hores necessàries				180	80	80	70	40

c)

Hi ha moltes possibles solucions. Una d'elles pot ser:

	Mes 1				Mes 2			
	Setm.1	Setm. 2	Setm. 3	Setm. 4	Setm. 5	Setm. 6	Setm. 7	Setm. 8
Família "Mòbils"	0	300	350	350	350	350	350	200

Que desagregat per productes podria ser (d'entre moltes altres solucions):

Model mòbil	Mes 1				Mes 2			
	Setm.1	Setm. 2	Setm. 3	Setm. 4	Setm. 5	Setm. 6	Setm. 7	Setm. 8
Jovent		50		200	100	150	100	100
Esport		250			100	100	150	100
Bàsic			350	150	150	100	100	

d)

A partir de la solució anterior (que no és la única possible), les ordres de fabricació i compra són:

Ordres de fabricació	Mes 1				Mes 2			
	Setm.1	Setm. 2	Setm. 3	Setm. 4	Setm. 5	Setm. 6	Setm. 7	Setm. 8
Mòbil Jovent				200		200		
Mòbil Esport				200		200		
Mòbil Bàsic			100	200	100	100		
Components externs		100	600	100	500			
Components interns		100	600	100	500			

Ordres de compra	Mes 1				Mes 2			
	Setm.1	Setm. 2	Setm. 3	Setm. 4	Setm. 5	Setm. 6	Setm. 7	Setm. 8
Carcassa Jovent			450					
Carcassa Esport			450					
Carcassa Bàsic		450			450			
Pantalla LCD								
Teclat	250	100	500					
Mòdul càrrega	1.000			1.000				

Circuit integrat		2.000						
-------------------------	--	-------	--	--	--	--	--	--

e) *Calcula la càrrega de treball (CRP) de la secció de muntatge, a partir de les anteriors ordres de producció calculades, per tal de comprovar si és factible portar-les a terme.*

El pla no és factible. Caldrà fer algun canvi que afecti a la setmana 3 (introduir hores extres, canvi lead time, nou torn, canvi pla de producció, ...)

CRP Secció Muntatge	Mes 1				Mes 2			
	Setm.1	Setm. 2	Setm. 3	Setm. 4	Setm. 5	Setm. 6	Setm. 7	Setm. 8
Hores disponibles	70	70	70	70	70	70	70	70
Hores necessàries		11,67	78,33	61,67	66,66	41,66		

CUCCI

El centre de treball A24 és el coll d'ampolla de CUCCI ©. Aquesta empresa fabrica bosses de mà d'alta qualitat. En la secció A24 es cusen els articles de forma manual. Cal dir que després d'aquesta secció van a d'altres seccions. A la secció A24, hi ha les ordres de fabricació A, B, C, D i E determinades per l'MRP que provenen d'unes comandes de clients (CCA, CCB, CCC, CCD i CCE respectivament) que tenen una data de lliurament concreta. Les dades s'especifiquen en la taula 1.

Treball (i)	Temps de procés a la secció A24 (en dies)	Dia límit de transferència a la següent secció	Temps que falta per finalitzar la comanda en d'altres seccions (en dies)	Dia lliurament de la comanda de client (CCi)
A	4	10	2	15
B	8	16	4	32
C	9	21	2	29
D	6	23	2	27
E	2	12	3	33

Els criteris que es volen controlar són el temps d'estada mig en la secció A24 (entès des que arriben fins que són enviats a la següent secció) i el retard en la data de transferència cap a la següent secció.

Es demana,

- En quina seqüència es faran els treballs si s'aplica la regla SPT i la regla EDD (per la data de transferència)?. Quins serien els valors dels criteris que es volen controlar?
- Proposar una altra seqüència on es tinguin en compte la data de lliurament de la comanda al client. Especificar el criteri utilitzat. Perquè es pot afirmar que no serà un càlcul exacte?
- Quina de les regles de prioritats exposades (incloent la proposada en l'apartat b) és la millor per CUCCI © tenint en compte que fa servir un MRP per generar les seves ordres de fabricació?

SOLUCIÓ

- En quina seqüència es faran els treballs si s'aplica la regla SPT i la regla EDD (per la data de transferència)?. Quins serien els valors dels criteris que es volen controlar?*

La seqüència SPT ordena els treballs en funció de la durada del procés, de més petita a més gran. En el cas resulta, E, A, D, B i C. A la taula adjunta apareixen els càlculs dels valors a controlar,

Seqüència	Temps Procés	Instant Inici	Instant Fi	Data Límit	Retard
E	2	0	2	12	0
A	4	2	6	10	0
D	6	6	12	23	0
B	8	12	20	16	4
C	9	20	29	21	8

A partir d'aquí els criteris que es volen controlar resulten F_{mig} (temps d'estada promig dels treballs en la secció) = $\sum \text{Instant fi} / 5 = 13,8$ i T_{mig} (Retard promig dels treballs cap a la següent secció) = $\sum \text{Retard} / 5 = 2,4$.

La seqüència EDD ordena els treballs en funció de la data límit de transferència a la següent secció, de més petita a més gran. En el cas resulta, A, E, B, C i D. A la taula adjunta apareixen els càlculs dels valors a controlar,

Seqüència	Data Límit	Temps Procés	Instant Inici	Instant Fi	Retard
A	10	4	0	4	0
E	12	2	4	6	0
B	16	8	6	14	0
C	21	9	14	23	2
D	23	6	23	29	6

A partir d'aquí els criteris que es volen controlar resulten F_{mig} (temps d'estada promig dels treballs en la secció) = Σ Instant fi / 5 = 15,2 i T_{mig} (Retard promig dels treballs cap a la següent secció) = Σ Retard / 5 = 1,6.

- b) *Proposar una altra seqüència on es tinguin en compte la data de lliurament de la comanda al client. Especificar el criteri utilitzat. Perquè es pot afirmar que no serà un càlcul exacte?*

Per tenir en compte la data de lliurament de la comanda al client cal tenir en compte el temps de procés i el temps que ha de passar la comanda en altres seccions. L'índex a considerar seria:

- Índex = Dia lliurament de la comanda de client (CCi) –
 - Temps de procés a la secció A24 (en dies) –
 - Temps que falta per finalitzar la comanda en d'altres seccions (en dies)

Aquest índex indicaria els dies que té de marge cada Ordre de Fabricació en la secció A24 i d'altres seccions per tal que pugui arribar a temps la comanda final del client. Seqüenciant les Ordres de Fabricació segons aquest índex resulta,

Seqüència	Índex	Temps Procés	Instant Inici	Instant Fi	Retard
A	9	4	0	4	0
C	18	9	4	13	0
D	19	6	13	19	0
B	20	8	19	27	11
E	28	2	27	29	17

A partir d'aquí F_{mig} = 18,4 i T_{mig} = (11+17) / 5 = 5,6.

No obstant, encara que els criteris no surten millors que els anteriors, en aquest cas s'ha tingut en compte les altres seccions. Tot i així es pot donar el cas que les següents seccions estiguin saturades i aquest criteri no porti a una solució òptima global.

- c) *Quina de les regles de prioritats exposades (incloent la proposada en l'apartat b) és la millor per CUCCI © tenint en compte que fa servir un MRP per generar les seves ordres de fabricació?*

S'usaria la EDD per la data de transferència perquè en un sistema MRP no es pot permetre un trencament d'estoc o un retard ja que la repercussió de la manca de material en una secció pot afectar a tota la producció que depengui d'aquell producte.

En canvi si s'estigués treballant en un sistema JIT, es buscaria respondre a la data final de lliurament al client.

CORNELI S.A.

La secció d'Ajustament de motors de la planta de producció CORNELI S.A. consta de dues estacions de treball. Tots els treballs passen primer per l'estació de treball 1 i després per l'estació de treball 2. A vegades tenen les màquines parades per manca de feina. Es volen plantejar buscar una política per poder determinar l'ordre en què les peces passaran per les estacions de treball. A la taula adjunta apareixen els treballs que la secció té a l'espera per a ser realitzats.

Treballs	Estació de treball 1	Estació de treball 2
VOLVO T670	12 hores	22 hores
MAN RT970	4 hores	5 hores
MBT 736AS	5 hores	3 hores
RICOLA T0X	15 hores	20 hores
RENO ALMERA	10 hores	6 hores

La política que s'ha seguit fins ara ha estat seguir la regla SPT (començar pel treball que té menys temps de procés) per a la primer estació de treball, amb la idea d'intentar minimitzar l'instant en què abandona la secció l'últim treball.

Es demana,

- Digues un índex, apart del que s'esmenta en l'enunciat, que es podria considerar per poder valorar la diferència entre dues seqüències
- Calcula el valor dels índexs anteriors en base a la seqüència proposada en l'enunciat.
- Proposa la seqüència per les cinc ordres de producció que hi ha en aquest moment utilitzant la regla de Johnson.
- Fes el diagrama de Gantt de les dues situacions per valorar-ne les millores.

SOLUCIÓ

- Digues un índex, apart del que s'esmenta en l'enunciat, que es podria considerar per poder valorar la diferència entre dues seqüències*

Entre els índexs que es poden considerar apareixen els referents als treballs i els referents a les estacions de treball.

Respecte als primers es pot considerar el temps d'estada mig dels treballs a la secció. Si es disposés de la data de lliurament es podria tenir en compte índexs referents al retard de l'execució de les peces.

Pel que fa als segons, el més clar seria la utilització de les estacions de treball, encara que, és segur que, per les dades de la taula, la primera estació estarà ocupada el 100% del temps.

- Calcula el valor dels índexs anteriors en base a la seqüència proposada en l'enunciat.*

La seqüència proposada per l'enunciat és MAN RT970, MBT 736AS, RENO ALMERA, VOLVO T670 i RICOLA T0X.

Amb aquesta seqüència els resultats esperats són,

	Estació Treball 1	Estació Treball 2
MAN RT970	4 hores	5 hores
MBT 736AS	5 hores	3 hores
RENO ALMERA	10 hores	6 hores
VOLVO T670	12 hores	22 hores
RICOLA T0X	15 hores	20 hores

	MAN RT970	MBT 736AS	RENO ALMERA	Volvo T670	RICOLA T0X
Inici estació treball 1	0	4	9	19	31
Fi estació treball 1	4	9	19	31	46
Inici estació treball 2	4	9	19	31	53
Fi estació treball 2	9	12	25	53	73

Càlcul dels índexs,

- El darrer treball que abandona l'estació de treball és el RICOLA T0X i ho fa al cap de 73 hores.
 - El temps d'estada mig dels treballs en la secció, correspon a la mitjana dels temps que s'han acabat els treballs. Això és igual a $172 / 5 = 34,4$ hores
 - La utilització de les estacions de treball, que correspon al temps ocupat dividit per l'últim instant que hi ha hagut treballs és per l'estació 1 igual al 100% (tota l'estona ha estat ocupada) i per l'estació 2 igual al 73,97%, que correspon a 54h ocupat sobre les 73h.
- c) *Proposa la seqüència per les cinc ordres de producció que hi ha en aquest moment utilitzant la regla de Johnson.*

Aplicant la regla de forma recurrent s'assoleix la solució òptima del problema. La seqüència resultant està expressada a la taula:

	Estació Treball 1	Estació Treball 2
MAN RT970	4 hores	5 hores
Volvo T670	12 hores	22 hores
RICOLA T0X	15 hores	20 hores
RENO ALMERA	10 hores	6 hores
MBT 736AS	5 hores	3 hores

	MAN RT970	Volvo T670	RICOLA T0X	RENO ALMERA	MBT 736AS
Inici estació treball 1	0	4	16	31	41
Fi estació treball 1	4	16	31	41	46
Inici estació treball 2	4	16	38	58	64
Fi estació treball 2	9	38	58	64	67

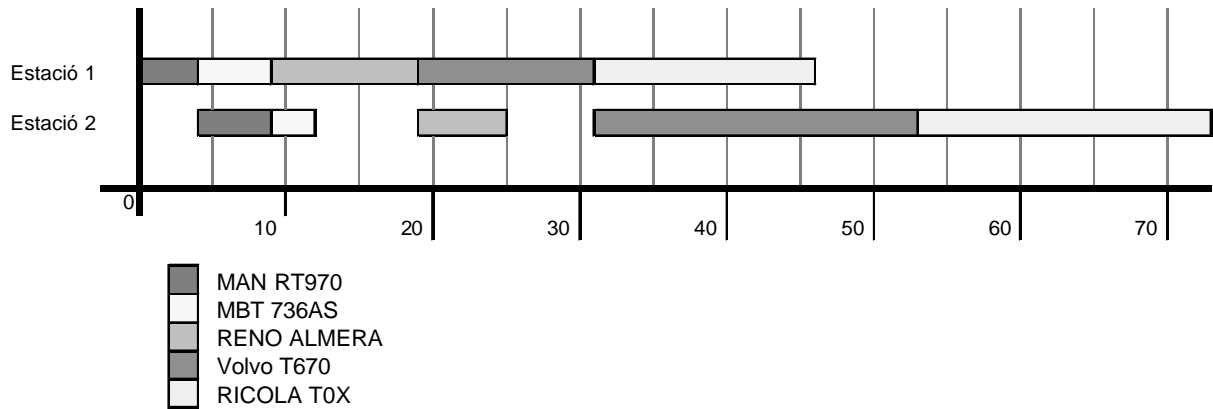
Pel càlcul dels índexs,

- El darrer treball que abandona l'estació de treball és el MBT 736AS i ho fa al cap de 67 hores.
- El temps d'estada mig dels treballs en la secció és igual a $236 / 5 = 47,2$ hores

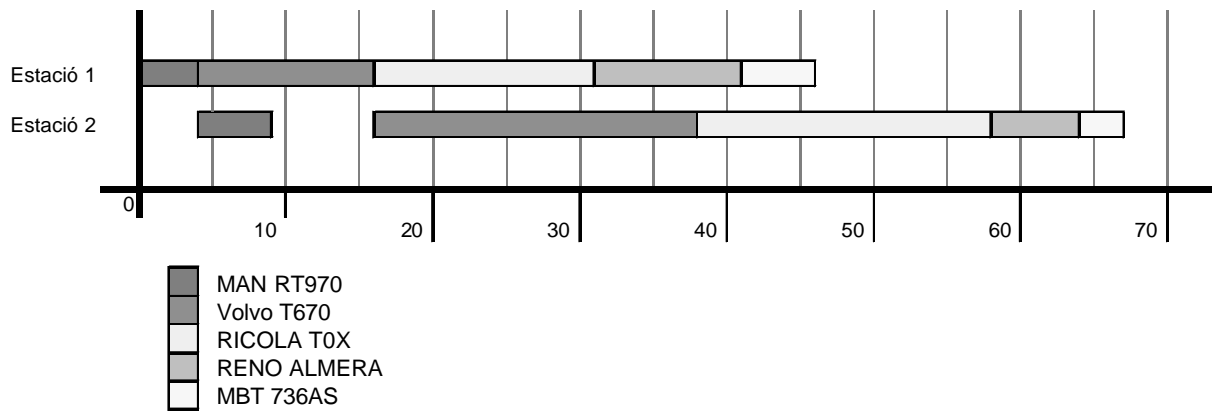
- Utilització de les estacions de treball, Estació 1 al 100% i Estació 2, al $54/67 = 80,6\%$

d) Fes el diagrama de Gantt de les dues situacions per valorar-ne les millores

La primera solució SPT per l'estació 1 queda representada d'aquesta forma.



La solució òptima, extreta a partir de l'algorisme de Johnson, queda representada així,



SICROTRONUS

L'empresa SICROTRONUS ha programat cinc treballs per realitzar a la planta de Viladecans. El procés de fabricació és el mateix per a tots ells és el mateix, però amb temps d'operació diferents. D'aquesta forma, s'està parlant d'un flux regular de peces al llarg de les estacions de treball. Primer passen per E1, després per E2 i després per E3.

Els treballs a realitzar, i els temps que s'estan a cadascuna de les estacions estan expressats en la taula adjunta.

	E1	E2	E3
A	1	11	8
B	8	2	9
C	7	11	3
D	10	4	6
E	5	6	8

Es demana,

- Aplicar l'algorisme de Johnson adaptat a dues màquines malgrat el pes que té la segona màquina en els processos de fabricació.
- Aplicar l'algorisme Branch & Bound tenint com a cota l'instant en què quedarà lliure la tercera màquina.

SOLUCIÓ

- Aplicar l'algorisme de Johnson adaptat a dues màquines malgrat el pes que té la segona màquina en els processos de fabricació*

L'aplicació de l'algorisme de Johnson adaptat, és recomanable sempre que la màquina intermèdia no tingui un pes molt important. La manera de trobar una solució òptima és recórrer per l'arbre de solucions aplicant un algorisme Branch & Bound.

Una manera de quantificar el pes relatiu de la màquina intermèdia és dir que el màxim temps d'operació de la màquina 2 és menor o igual que el mínim temps d'operació de la màquina 1 o de la màquina 3.

En aquest cas $\text{Màx } [M2(i)] = 11$, mentre que el $\text{Mín } [M1(i)] = 1$ i el $\text{Mín } [M3(i)] = 3$, per la qual cosa no es compleix la recomanació. De tota manera, sempre podrem aplicar l'algorisme, i després veure si la solució òptima queda molt llunyana.

L'adaptació de Johnson és crear dues màquines fictícies S1 i S2, on la durada de les operacions sigui,

$$\text{Temps } [S1(i)] = \text{Duració } [M1(i)] + 1/2 \text{ Duració } [M2(i)]$$

$$\text{Temps } [S2(i)] = 1/2 \text{ Duració } [M2(i)] + \text{Duració } [M3(i)]$$

	M1	M2	M3		S1	S2
A	1	11	8		6,5	13,5
B	8	2	9		9	10
C	7	11	3		12,5	8,5
D	10	4	6		12	8
E	5	6	8		8	11

A partir de l'aplicació de l'algorisme la seqüència és A, E, B, C i D.

Els índex resultants d'aquesta seqüència (a partir de la informació de la taula adjunta) són $F_{max} = 46$ i $F_{mig} = (20+28+37+40+46)/5 = 34,2$.

	A	E	B	C	D
Inici M1	0	1	6	14	21
Fi M1	1	6	14	21	31
Inici M2	1	12	18	21	32
Fi M2	12	18	20	32	36
Inici M3	12	20	28	37	40
Fi M3	20	28	37	40	46

El millor valor que es pot assolir encara que no és segur que s'assoleixi, és a dir, la cota, es calcula a partir del màxim dels tres següents valors,

$$K1 = \sum M1(i) + \text{Min} [M2(i) + M3(i)]$$

$$K2 = \text{Min} [M1(i)] + \sum M2(i) + \text{Min} [M3(j)], \text{ considerant que } i < j$$

$$K3 = \text{Min} [M1(i) + M2(i)] + \sum M3(i).$$

En el cas que es tracta cota = $\text{Max} [41, 38, 44] = 44$.

Es pot concloure que l'aplicació del Johnson adaptat ha portat a una solució bastant satisfactòria.

b) *Aplica l'algorisme Branch & Bound tenint com a cota l'instant en què quedarà lliure la tercera màquina*

Amb aquest algorisme si que s'arribarà a la solució òptima. Ja s'ha calculat que el millor valor que es pot trobar és 44. Es procedeix a calcular les cotes amb la restricció d'haver començat amb una de les peces,

Començant per A, la M1 quedarà lliure a l'instant 1, la M2 quedarà lliure a l'instant 12 i la M3 quedarà lliure a l'instant 20. Tenint en compte el que restarà per fer, resulten les cotes que apareixen a la taula.

S'actua d'igual manera per a totes les peces.

	m1	m2	m3
A	0	1	12
	1	12	20
K1	1	+ 30	+ 10 = 41
K2	12	+ 23	+ 3 = 38
K3		20	+ 26 = 46

	m1	m2	m3
B	0	8	10
	8	10	19
K1	8	+ 23	+ 10 = 41
K2	10	+ 32	+ 3 = 45
K3		19	+ 25 = 44

	m1	m2	m3
C	0	7	18
	7	18	21
K1	7	+ 24	+ 10 = 39
K2	18	+ 23	+ 6 = 47
K3		21	+ 31 = 51

	m1	m2	m3
D	0	10	14
	10	14	18
K1	10	+ 21	+ 11 = 42
K2	14	+ 30	+ 3 = 47
K3		18	+ 28 = 46

	m1	m2	m3
E	0	5	11
	5	11	19
K1	5	+ 26	+ 10 = 41
K2	11	+ 28	+ 3 = 42
K3		19	+ 26 = 45

A la vista del resultat cal continuar per la branca E i per la branca B, ja que són els únics llocs on s'ofereix una possible solució que arribi a 45. És a dir, cal explorar les branques de les seqüències que comencen per E, és a dir EA, EB, EC i ED i les que comencen per B, és a dir BA, BC, BD i BE. Atès que es pretén mostrar l'aplicació de l'eina nomé s'explorarà la branca d'E i es donaran els resultats de l'altra branca.

	m1	m2	m3	
E	0	5	11	
	5	11	19	
A	5	11	22	
	6	22	30	
K1	6	+ 25	+ 10	= 41
K2	22	+ 17	+ 3	= 42
K3	30	+ 18		= 48

	m1	m2	m3	
E	0	5	11	
	5	11	19	
C	5	12	23	
	12	23	26	
K1	12	+ 19	+ 10	= 41
K2	23	+ 17	+ 6	= 46
K3	26	+ 23		= 49

	m1	m2	m3	
E	0	5	11	
	5	11	19	
B	5	13	19	
	13	15	28	
K1	13	+ 18	+ 10	= 41
K2	15	+ 26	+ 3	= 44
K3	28	+ 17		= 45

	m1	m2	m3	
E	0	5	11	
	5	11	19	
D	5	15	19	
	15	19	25	
K1	15	+ 16	+ 11	= 42
K2	19	+ 24	+ 3	= 46
K3	25	+ 20		= 45

A partir d'aquí cal explorar la branca que segueix la seqüència EB, és a dir, EBA, EBC i EBD.

	m1	m2	m3	
E	0	5	11	
	5	11	19	
B	5	13	19	
	13	15	28	
A	13	15	28	
	14	26	36	
K1	14	+ 17	+ 10	= 41
K2	26	+ 15	+ 3	= 44
K3	36	+ 7		= 45

	m1	m2	m3	
E	0	5	11	
	5	11	19	
B	5	13	19	
	13	15	28	
C	13	20	31	
	20	31	34	
K1	20	+ 11	+ 10	= 41
K2	31	+ 15	+ 6	= 52
K3	34	+ 14		= 48

	m1	m2	m3	
E	0	5	11	
	5	11	19	
B	5	13	19	
	13	15	28	
D	13	23	28	
	23	27	34	
K1	23	+ 8	+ 14	= 45
K2	27	+ 22	+ 3	= 52
K3	34	+ 11		= 45

Finalment es segueix per l'última branca de EBA, que és la que pot resultar el millor valor i només ens queda comprovar quina de les dues solucions ens surten millor, o bé EBACD o EBADC. Ambdós resultats estan seguidament,

	E	B	A	C	D
m1	0	5	13	14	21
	5	13	14	21	31
m2	5	13	15	26	37
	11	15	26	37	41
m3	11	19	28	37	41
	19	28	36	40	47

	E	B	A	D	C
m1	0	5	13	14	24
	5	13	14	24	31
m2	5	13	15	26	31
	11	15	26	30	42
m3	11	19	28	36	42
	19	28	36	42	45

Malgrat aquest resultat, caldria explorar la branca de seqüències que comencen per B, atès que és possible trobar una altra solució que arribi a 45.

Després d'haver fet una exploració exhaustiva de la branca de B, només hi ha 2 solucions que s'acosten a l'òptim, però no hi arriben ja que resulten $F_{max} = 46$. També cal esmentar que existeixen altres solucions que arriben a 46, que com ja s'ha vist en la primera iteració de l'algorisme, són seqüències que comencen per A. Entre aquestes, es troba la resultant de l'aplicació de l'algorisme de Johnson.

1	B	A	D	E	C
2	B	A	E	D	C
3	A	B	C	D	E
4	A	B	D	E	C
5	A	B	E	D	C
6	A	B	E	C	D
7	A	D	B	E	C
8	A	D	E	B	C
9	A	D	E	C	B
10	A	E	B	C	D
11	A	E	B	D	C
12	A	E	D	B	C
13	A	E	D	C	B

FIRCUSA

En el Taller FIRCUSA es tenen cinc treballs per realitzar. Cada treball té la ruta diferent, per la qual cosa es planteja el problema de com seqüenciar les operacions en cadascuna de les màquines. A la taula adjunta apareixen les rutes de fabricació de les 5 peces, amb els seus temps d'operació.

	Peça 1		Peça 2		Peça 3		Peça 4		Peça 5	
	Màquina	duració	Màquina	duració	Màquina	duració	Màquina	duració	Màquina	duració
OP 1	M2	3	M2	2	M3	5	M2	4	M3	2
OP 2	M3	6	M1	5	M1	7	M3	6	M2	6
OP 3	M1	3	M2	2	M2	3	M1	7		
OP 4			M3	7			M2	4		

Es demana,

- Criteria per poder seleccionar les regles de prioritats més satisfactòries per aplicar al problema
- Aplicar un algorisme de càrrega horitzontal i avaluar-ne la seva qualitat
- Aplicar un algorisme de càrrega vertical i avaluar-ne la seva qualitat

SOLUCIÓ

- Criteria per poder seleccionar les regles de prioritats més satisfactòries per aplicar al problema*

Ens trobem davant d'un problema de flux general. Si bé aquest plantejament permet la fabricació de peces molt variades i per tant es té un sistema flexible, presenta una complexitat més gran la seva programació, i cal arribar a solucions satisfactòries avaluades amb criteris objectius.

Els criteris que es poden tenir fan referència als mateixos que es poden tenir amb una sola màquina,

- FIFO, fer entrar les peces a les màquines a mesura que van arribant,
- SPT, avaluar les peces que estan esperant per entrar a una màquina i escollir la que té el temps de procés menor en aquella màquina,
- LPT, avaluar les peces que estan esperant per entrar a una màquina i escollir la que té el temps de procés més gran en aquella màquina, o
- Usar una combinació de diferents elements i crear un índex que consideri el temps que resta per acabar la peça en les altres màquines, el temps de procés, el temps que la màquina està inactiva, algun coeficient per donar més pes a algun d'aquests ítems, etc

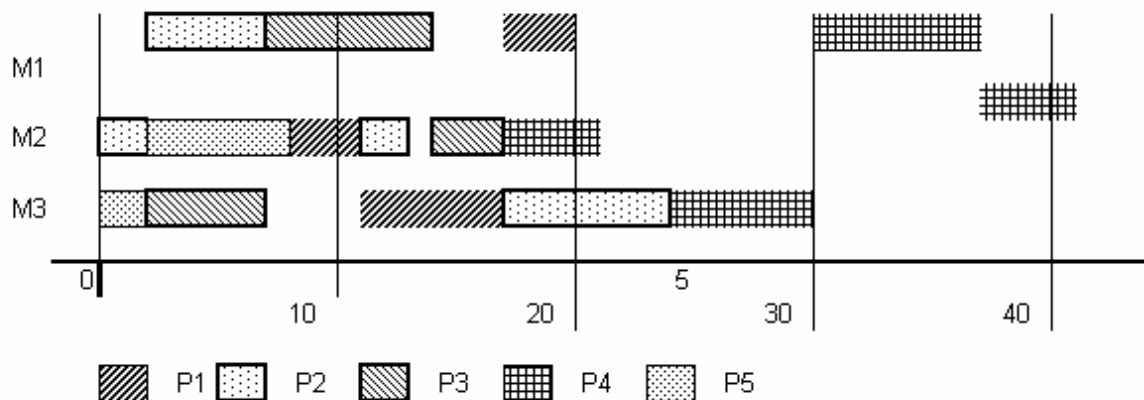
- Aplicar un algorisme de càrrega horitzontal i avaluar-ne la seva qualitat*

L'algorisme de càrrega horitzontal és de molt fàcil aplicació atès que només cal entrar les peces directament i anar carregant les màquines per les quals passa. És obvi que els resultats dependran de l'ordre en què s'entri les peces al sistema. Es mostrarà un cas, ordenant les peces en funció de les peces que s'estan menys temps al sistema (P5, P1, P3,

P2 i P4) i es donaran els resultats per altres dos casos: ordenant-les amb seqüència FIFO (P1, P2, P3, P4 i P5) i ordenant-les segons LPT al sistema (P4, P2, P3, P1 i P5)

- P5, carrega M3 des de 0 a 2; i després M2 de 2 fins a 8.
- P1, carrega M2, però no ho pot fer des de l'instant 0 atès que la màquina està ocupada per P5, per tant carrega M2 des de 8, instant que ha deixat lliure la màquina P5, fins a 11; després a M3 des de 11 fins a 17; finalment la tercer operació a M1 des de 17 fins a 20.
- P3 comença carregant la M3, i ho pot fer des de l'instant 2 fins al 7, ja que hi ha un interval prou gran per poder a terme l'operació abans no comenci P1; segueix carregant M1 des de 7 fins a 14; i finalment carrega M2 des de 14 fins a 17.
- P2 comença carregant la M2, que ho pot fer des de 0 fins a 2, ja que existeix l'interval buit; segueix amb P1 des de 2 fins a 7, que hi cab just; continua carregant M2 des de 11 fins a 13; i finalment carrega la M3 des de 17, instant que P1 ha deixat lliure la màquina, fins a l'instant 24.
- P4 comença carregant M2, però com que necessita un interval de 4 unitats de temps, el primer que troba és des de 17 fins a 21; després carrega la M3 des de 24 fins a 30; segueix amb M1 des de 30 fins a 37; i finalment carrega M2 des de 37 fins a 41.

El Diagrama de Gantt resultant és



Com a conclusió es pot dir que la solució no és gaire bona atès que els temps de finalització de cadascuna de les peces està bastant llunyà del que es podia esperar i la utilització de les màquines és millorable ja que hi ha bastants temps d'inactivitat. Els resultats són,

PECES	Temps procés	Inici (h)	Fi (h)
Peça 1	12	0	20
Peça 2	16	0	24
Peça 3	15	0	17
Peça 4	21	0	41
Peça 5	8	0	8

$F_{max} = 41$ i $F_{mig} = 22$

Ús M1 = $22 / 41 = 53,65\%$

Ús M2 = $24 / 41 = 58,53\%$

Ús M3 = $26 / 41 = 63,41\%$

Els resultats per FIFO, aplicant càrrega horitzontal,

PECES	Temps procés	Inici (h)	Fi (h)
Peça 1	12	0	12
Peça 2	16	0	26
Peça 3	15	0	27

Peça 4	21	0	43
Peça 5	8	0	15

$F_{max} = 43$ i $F_{mig} = 24,4$

$Ús M1 = 22 / 43 = 51,16\%$

$Ús M2 = 24 / 43 = 55,81\%$

$Ús M3 = 26 / 43 = 60,46\%$

Els resultats per LPT, aplicant càrrega horitzontal,

PECES	Temps procés	Inici (h)	Fi (h)
Peça 1	12	0	15
Peça 2	16	0	21
Peça 3	15	0	32
Peça 4	21	0	31
Peça 5	8	0	32

$F_{max} = 32$ i $F_{mig} = 26,2$

$Ús M1 = 22 / 32 = 68,75\%$

$Ús M2 = 24 / 32 = 75,00\%$

$Ús M3 = 26 / 32 = 81,25\%$

c) *Aplicar un algorisme de càrrega vertical i avaluar-ne la seva qualitat*

Per aplicar l'algorisme cal seguir els següents passos,

- 1) Classificar totes les operacions en una de les tres categories següents: "Programades", "No Programades" i "Escollibles". Aquest darrer grup corresponen a les operacions que es poden iniciar en aquell instant. A l'inici del problema el conjunt "Programades" és buit.
- 2) Elecció de la màquina on programar una operació. Es farà mitjançant el càlcul de la màquina que quedi lliure més aviat en funció de les peces que estiguin disponibles per a ser processades
- 3) Elecció de la operació un cop s'ha escollit la màquina, basant-se en un dels índexs següents,
 - Fer la que més temps li falta per acabar, duració pendent més gran.
 - Fer l'operació que pot acabar abans, tenint en compte l'instant que arriba a la màquina, temps de procés més petit.
 - Un índex que engloba els dos criteris anteriors: Duració pendent / (temps procés); no obstant cal tenir en compte que es bo penalitzar les peces que fan esperar a la màquina, per la qual cosa un índex millorat seria, Duració pendent / (temps procés + penalització), essent la penalització el temps que una determinada operació farà esperar la màquina.
La idea és fer entrar la peça amb l'índex més gran que equivaldrà a Duració pendent alta i temps de procés petit i poca (o nul·la) penalització.
- 4) Amb l'operació escollida, es passa del grup de les operacions "Escollibles" a "Programades" i aquest fet provocarà que una de les operacions, exactament la següent de la peça que s'ha programat, passi des del grup de les "No Programades" al grup de les "Escollibles". Per tant s'inicia l'algorisme fins a tenir totes les operacions programades.

Amb l'aplicació d'aquest algorisme, amb el darrer índex exposat, s'arriba als resultats de les següents taules

Màquina 1

Instant més proper que queda lliure la M1 (abans programat) = 0/7/14/21/24

Instant que queda lliure la M1 (després de programar) = 7/14/21/24/

Peça	Ordre operació	Temps procés	Duració pendent	Instant arribada	Instant inici operació	Instant fi operació	Màquina següent
2	2	5	9	2	2	7	2
3	2	7	3	7	7	14	2
4	3	7	4	13	14	21	2
1	3	3	-	19	21	24	-

Màquina 2

Instant més proper que queda lliure la M2 (abans programar) = 0/2/6/9/11/17/20/25

Instant que queda lliure la M2 (després de programar) = 2/5/9/11/17/20/25/

Peça	Ordre operació	Temps procés	Duració pendent	Instant arribada	Instant inici operació	Instant fi operació	Màquina següent
1	1	3	9	0	6	9	3
2	1	2	14	0	0	2	1
4	1	4	17	0	2	6	3
5	2	6	-	2	11	17	-
2	3	2	7	7	9	11	3
3	3	3	-	14	17	20	-
4	4	4	-	21	21	25	-

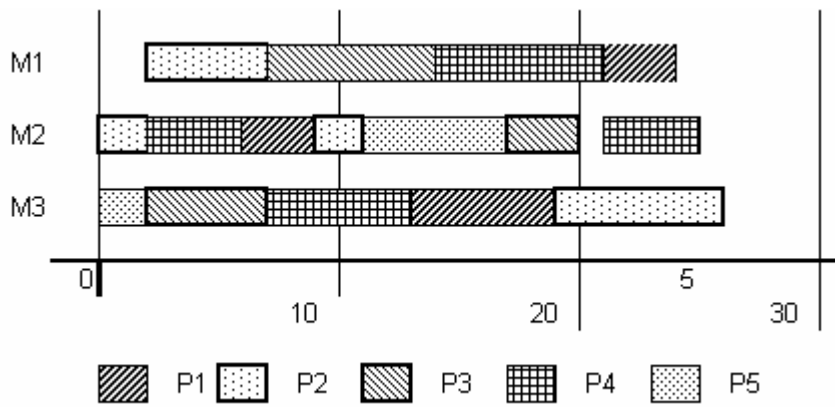
Màquina 3

Instant més proper que queda lliure la M3 (abans programar) = 0/2/7/13/19/26

Instant que queda lliure la M3 (després de programar) = 2/7/13/19/26/

Peça	Ordre operació	Temps procés	Duració pendent	Instant arribada	Instant inici operació	Instant fi operació	Màquina següent
3	1	5	10	0	2	7	1
5	1	2	6	0	0	2	2
4	2	6	11	6	7	13	1
1	2	6	3	9	13	19	1
2	4	7	-	11	19	26	-

Tot seguit es presenta el Gantt resultant.



Els resultats aplicant càrrega vertical,

PECES	TP	INICI	FI
Peça 1	12	0	24
Peça 2	16	0	26
Peça 3	15	0	20
Peça 4	21	0	25
Peça 5	8	0	17

$F_{max} = 26$ i $F_{mig} = 22,4$

$\acute{U}s M1 = 22 / 26 = 84,61\%$

$\acute{U}s M2 = 24 / 26 = 92,30\%$

$\acute{U}s M3 = 26 / 26 = 100,00\%$

PITOPPO

L'empresa PITOPPO té un sistema de fabricació plantejat com a job-shop, en un layout orientat al procés. Es fabriquen 4 famílies de productes i cadascuna d'elles té una ruta diferent. Degut al layout de la planta de producció el recorregut dels diferents productes és caòtic i porta a confusions i malbarataments per moviments de peces innecessaris.

Actualment existeixen 5 centres de treball i cadascun d'ells realitza una de les tasques que intervenen en el procés de fabricació: Taladrar (TA), Fresar (FR), Tornejjar (TO), Polir (PO) i Pintar (PI). A la següent taula apareixen els temps expressats en minuts de les operacions de les diferents rutes.

	Operació 1	Operació 2	Operació 3	Operació 4	Operació 5	Operació 6
Família A	TA / 15	FR / 15	TA / 5	PO / 20	PI / 10	
Família B	TO / 25	TA / 10	TA / 5	PO / 30		
Família C	FR / 15	TO / 10	PO / 20	PI / 10		
Família D	FR / 15	TO / 10	TA / 10	TO / 5	PO / 10	PI / 10

El desig del cap de producció seria passar a un sistema de fabricació que s'assemblés més a una producció en línia, concretament que el recorregut de tots els productes de les diferents famílies es limités a passar per dos centres de treball.

L'únic condicionant que té és que només disposa d'un torn, per tant les operacions on s'ha de tornejjar només es poden fer en un dels dos centres de treball.

Es demana,

- Proposa una nova assignació de tasques a cadascun dels nous centres de treball, indicant les tasques que es faran a cadascun d'ells en funció de la peça que hi entri. Dóna els resultats de temps de cicle i temps improductiu del centres de treball en funció dels productes.
- Si la tasca de tornejjar es pogués fer en els dos centres de treball, canviaries la teva opinió? Per què?
- Considerant que es tenen dos centres de treball, quin seria l'ordre de 4 peces que fossin una de cada família?

SOLUCIÓ

- Proposa una nova assignació de tasques a cadascun dels nous centres de treball, indicant les tasques que es faran a cadascun d'ells en funció de la peça que hi entri. Dóna els resultats de temps de cicle i temps improductiu del centres de treball en funció dels productes.*

El primer que cal esbrinar és el temps de cicle que hauria de tenir aquesta línia de producció que es vol crear. Aquets serà el que admeti la producció de totes les famílies de productes. Per tant, cal trobar el temps de fabricació de cada família i dividir-lo per 2 ja que es pretén tenir dues estacions de treball.

D'aquesta manera es té que,

Família	Suma Temps Operació	Temps de cicle
---------	---------------------	----------------

A	65	32,5
B	70	35
C	55	27,5
D	60	30

Per tant el temps de cicle que es treballarà serà el de 35 minuts. L'assignació de tasques als centres de treball serà tal que carregui com a màxim 35 minuts per centre. En primera aproximació, no es tindrà en compte els recursos que es faran servir. Així doncs,

	CENTRE TREBALL 1			CENTRE TREBALL 2		
Família A	TA	FR	TA	PO	PI	
	15	15	5	20	10	
Família B	TO	TA		TA	PO	
	25	10		5	30	
Família C	FR	TO		PO	PI	
	15	10		20	10	
Família D	FR	TO	TA	TO	PO	PI
	15	10	10	5	10	10

Aquesta assignació és perfecta en la mesura que assigna les operacions a cada centre de treball, però degut que als productes de la família D, es necessiten 2 torns (1 per cada centre de treball). Tal com diu l'enunciat, només es disposa d'un torn, per la qual cosa queda invalidada aquesta assignació. Un canvi que es pot fer és passar la quarta operació de la família D al centre de treball 1 de tal manera que només s'usi el torn en el Centre de Treball 1. L'assignació resultant és,

	CENTRE TREBALL 1				CENTRE TREBALL 2	
Família A	TA	FR	TA		PO	PI
	15	15	5		20	10
Família B	TO	TA			TA	PO
	25	10			5	30
Família C	FR	TO			PO	PI
	15	10			20	10
Família D	FR	TO	TA	TO	PO	PI
	15	10	10	5	10	10

Només canvia l'esmentada operació. Aquest canvi, però, implica que el temps de cicle cal augmentar-lo a 40 per tal que les operacions assignades al Centre de Treball 1, quan entra una peça de la família D, es puguin dur a terme.

Els temps que s'usarà per fer les operacions a cada centre de treball serà funció de la família de la peça que entri en el sistema, per tant, el temps improductiu serà la diferència

entre aquest temps i el temps de cicle, que ja s'ha vist que s'ha hagut d'incrementar fins a 40 minuts.

	CENTRE TREBALL 1		CENTRE TREBALL 2	
	Temps Operació	Temps Improductiu	Temps Operació	Temps Improductiu
Família A	35	5	30	10
Família B	35	5	35	5
Família C	25	15	30	10
Família D	40	0	20	20

b) Si la tasca de tornejar es pogués fer en els dos centres de treball, canviaries la teva opinió? Per què?

Efectivament que es canviaria d'opinió atès que seria possible la primera opció d'assignació als centres de treball. Aquest fet permetria tenir un temps de cicle igual a 35 i s'incrementaria l'eficiència del sistema. A la taula adjunta es mostren els índexs d'eficiència resultants,

	CENTRE TREBALL 1		CENTRE TREBALL 2	
	Temps Operació	Càrrega	Temps Operació	Temps Improductiu
Família A	35	100%	30	85,71%
Família B	35	100%	35	100%
Família C	25	71,42%	30	85,71%
Família D	35	100%	25	71,42%

Els índex promig de cada centre de treball són CENTRE TREBALL 1 = 92,85% i CENTRE TREBALL 2 = 85,71%

c) Considerant que es tenen dos centres de treball, quin seria l'ordre de 4 peces que fossin una de cada família?

Amb les dades que es tenen fins aquest moment es pot plantejar el problema com un flux regular. Per donar a solució òptima a un problema amb dos centres de treball es disposa de l'algorisme de Johnson. En el cas de l'apartat 1, caldria partir de la següent taula,

	CENTRE TREBALL 1	CENTRE TREBALL 2
Família A	35	30
Família B	35	35
Família C	25	30
Família D	40	20

Amb l'aplicació de la regla de Johnson, resulta C – B – A – D.

En canvi en el cas de l'apartat 2, caldria partir de la següent taula, encara que s'arriba a la mateixa solució.

	CENTRE TREBALL 1	CENTRE TREBALL 2
Família A	35	30

Família B	35	35
Família C	25	30
Família D	35	25

FITNESS

Un entrenador de peses està preparant la programació de quatre grups de persones per portar a terme una programa de “converteix el teu cos en un cos Danone”. Els grups, que són formats segons la complexió, agrupen diferent nombre de persones. El treball consisteix en exercitar determinats múscles en 4 aparells diferents, encara que, segons la complexió de les persones, els temps en cada aparell de musculació és diferent.

La idea que té l'entrenador és establir el mateix ordre pels quatre grups de persones, és a dir que primer passin per l'aparell 1, després l'aparell 2 i així fins el quart aparell. Ell ha establert aquesta política: Primer calcularà la màquina que serà el coll d'ampolla del gimnàs (la que tingui més càrrega de treball) i seguidament marcarà la seqüència de grups de tal manera que la màquina coll d'ampolla pugui començar a treballar el més aviat possible.

Complexió	Número persones	Aparell 1	Aparell 2	Aparell 3	Aparell 4
FORTA	3	3	4	10	2
MITJANA	5	1	1	15	2
DÈBIL	6	1	5	18	2
MOLT DÈBIL	8	2	1	20	2

Es demana,

- Determina quina és la seqüència que hauria de proposar l'entrenador.
- Quin és l'instant que acabaran cada grup del seu treball? Quin és el temps que cada grup haurà estat perdent el temps pel gimnàs?

NOTA: cal que consideris que un grup de persones no es pot partir mentre algú del grup està fent els exercicis en els aparells corresponents.

SOLUCIÓ

- Ordenats per menor a major temps que arriben a Aparell 3: Mitjana (10), Forta (21), Molt Dèbil (24) i Dèbil (36)
- Mitjana (acaben 95, temps perdut 0), Forta (acaben 121, temps perdut 64), Molt Dèbil (acaben 291, temps perdut 91) i Dèbil (acaben 395, temps perdut 239)

AEROMOLD

Una empresa de fabricació de prototipus per aero – modelatge té una seguit de projectes per a dur a terme. Els seus projectes sempre segueixen el mateix procés. Fase de disseny, fase de muntatge i fase de validació del plec de condicions tècniques. L'objectiu és optimitzar els terminis de lliurament, és a dir, que tot es faci dins de la data de lliurament pactada pel departament comercial.

Les dades són,

Projectes	Temps en fase disseny	Temps en fase muntatge	Temps en Validació	Data lliurament (dies que resten)
MoonLander	15	10	10	40
Beach – Rider	25	10	5	60
Ligar-8er	20	5	10	70
Fricandoor	10	5	5	80
Ximelis	10	10	10	90

Es demana,

- Comprova que pots aplicar l'algorisme de Johnson adaptat a dues fases.
- Aplica l'algorisme de Johnson adaptat a dues fases. Quin és l'indicador que optimitza l'algorisme que has aplicat?
- Si apliques l'EDD dels treballs, arribes a resultats més bons en quan a l'objectiu que es volia optimitzar?

SOLUCIÓ

- Si és possible atès que $\text{Min (Fase Diss)} \leq \text{Max (Fase Munt)}$
- La seqüència és X – ML – L8 – BR – F, $F_{\text{max}} = 90$,
- La seqüència és ML – BR – L8 – F – X , $F_{\text{max}} = 100$ i $T_{\text{mig}} = 3$ (millor que l'anterior seqüència)

MEDICUS

Un equip format per tres metges analistes, i cadascun d'ells encarregat d'un examen i analítica diferent, que alhora varia segons la malaltia a tractar, han de visitar 4 pacients, el dilluns de la propera setmana. La duració de cada visita en funció del pacient i l'analítica és:

	DOCTOR A	DOCTOR B	DOCTOR C
PACIENT 1	25 min	20 min	25 min
PACIENT 2	50 min	35 min	20 min
PACIENT 3	35 min	15 min	15 min
PACIENT 4	40 min	30 min	30 min

Tots els DOCTORS arriben a les nou del matí. Els pacients sempre passen primer per l'A, després pel B i finalment pel C.

Es demana,

- Calcula els temps perduts pels pacients per avaluar la seqüència que ordena els pacients per la regla SPT del DOCTOR A
- Calcula pel cas anterior l'ús que es fa dels doctors, si arriben i marxen a la mateixa hora o si tenen flexibilitat d'horari.
- Resol el problema anterior amb dos condicionants al mateix temps,
 - Si l'ordre en què els doctors veuen els pacients no està prefixat
 - Si el DOCTOR C no pogués arribar fins a les 10

SOLUCIÓ

- Seqüència P1, P3, P4 i P2;

	P1	P3	P4	P2
Instant Fi	70	90	160	205
Temps perdut	0	25	60	100

- Ús doctors,
 - si tots arriben a les 9 i marxin quan acaba l'últim: $M1=150/205$, $M2=100/205$ i $M3=90/205$.
 - Si arriben quan arriba el primer pacient i marxen quan ells han acabat : $M1=150/150$, $M2=100/150$ i $M3=90/160$
- Mitjançant prova i error es pot arribar a una solució on els doctors arriben pràcticament al 100%

QUIOX

L'empresa QUIOX S.A. utilitza màquines que requereixen per a la seva operació un refrigerant especial per a temperatures altes. La posta a punt d'aquests equips que s'utilitzen al 100% de la seva capacitat, és fonamental per al subsistema d'operacions i s'opta per la comprovació contínua de l'inventari. Aquest refrigerant per a maquinària s'utilitza a un ritme de 3.000 litres anuals i el seu emmagatzematge precisa d'unes condicions especials, que eleven el cost unitari anual per aquest concepte al 40% del cost d'adquisició que és de 30 €/litre. El cost d'emissió de cada comanda és de 20 € i la recepció del mateix té lloc als 7 dies de l'emissió.

Es demana:

- Quina és la quantitat de comanda que minimitza el cost total de gestió de l'inventari?
- Cada quant temps serà necessari per a l'empresa Quiox emetre una comanda, considerant que es tenen a l'any 250 dies laborables?
- Quan serà necessari efectuar la comanda?
- Per a assegurar el subministrament de refrigerant d'alta tecnologia, QUIOX S.A. té la possibilitat de signar un contracte amb el principal fabricant. Aquest li ofereix la possibilitat de realitzar les comandes de forma automàtica i quan calgui, des del mateix magatzem, i realitzar el pagament electrònicament. Aquesta possibilitat pot ser interessant per a l'empresa perquè li permetria reduir els costos d'emissió de cada comanda un 50%, encara que li suposaria un cost addicional de 600 € anuals. Analitzar si es convenient signar aquest contracte.

SOLUCIÓ

- La quantitat de comanda que minimitza el cost total de gestió de l'inventari*

Primer verificar si es satisfan els supòsits del model EOQ.

La demanda anual de refrigerant (D) és de 3.000 litres, coneguda i suposadament constant.

Termini de lliurament del proveïdor és de 7 dies, conegut i constant. Cada comanda que fa l'empresa es rep en una sola vegada.

Les existències no s'esgoten i els únics costos variables són els de possessió i d'emissió.

Es disposa de la següent informació

El cost d'adquisició C_a unitari = 30 €/litre

El cost de emissions o llançament C_L = 20€/com

El cost total de possessió C_P = 12 € (40% de C_a)

La demanda anual (D) = 3.000 litres anual,

La quantitat de comanda òptima s'obté substituint les dades anteriors en l'expressió

$$Q = \sqrt{\frac{2DC_L}{C_P}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3000 \cdot 20}{12}} = 100 \text{ litres}$$

Per tant Quiox demanarà comandes de 100 litres de refrigerant, sent aquesta la quantitat que minimitza el cost total de l'inventari.

b) Cada quant temps serà necessari per a l'empresa Quiox emetre una comanda

Per a calcular el temps mig entre comanda i comanda cal calcular inicialment la freqüència de comandes és a dir el numero de comandes a realitzar:

$$N (\text{Freq de comandes}) = \frac{D}{Q} = \frac{3.000}{100} = 30 \text{ comandes}$$

Per tant el temps de reaprovisionament (TR) es calcula segons:

$$T_R = \text{Dies laborables} / \text{freq de comandes} \quad T_R = \frac{250}{30} = 8,3 \text{ dies}$$

c) Quan serà necessari efectuar la comanda

El temps de reaprovisionament (8,3 dies) és major al temps de subministrament (7 dies), pel que el punt de comanda o punt de comanda es calcula com la demanda a satisfer durant el termini de lliurament:

$$PC (\text{punt de comanda}) = T_s (\text{temps de subministrament}) \cdot D = 7 \times \frac{3.000}{250} = 84 \text{ litres}$$

d) Possibilitat de contracte

A l'empresa QUIOX S.A. li interessa dur a terme aquest projecte sempre que suposi una reducció del cost de gestió de l'inventari, el qual engloba els costos d'adquisició, emissió i possessió del període.

A partir de les dades que es tenen i s'han calculat fins al moment es calcula el cost total per a un lot de $Q^* = 100$ litres

$$K(100) = K_A + K_L + K_P$$

$$K(100) = K_A + K_L + K_P = D \cdot c_{a \text{ unitari}} + \frac{D}{Q} \cdot c_{L \text{ unitari}} + \frac{Q}{2} \cdot c_p$$

$$K(100) = (3000 \cdot 30) + (3000/100) \cdot 20 + (100/2) \cdot 12$$

$$K(100) = 91.200 \text{ €}$$

Si Quiox gestionés electrònicament les comandes del refrigerant el cost d'emissió de cada comanda es reduiria un 50%, així passaria a ser 10 €. Cal considerar que la quantitat de lot Q també es veuria afectat amb la reducció del C_e . Calculem de nou Q , l'anomenarem Q^1

$$Q^1 = \sqrt{\frac{2DC_L}{C_P}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3000 \cdot 10}{12}} = 70,71 \cong 71 \text{ Litres}$$

Calculem el nou nombre de comandes

$$N \text{ (Freq de comandes)} = \frac{D}{Q^1} = \frac{3000}{71} = 42,43 \cong 42 \text{ comandes}$$

Calculem llavors el nou cost total de l'inventari tenint en compte el nou valor Q

$$K(71) = K_A + K_L + K_P$$

$$K(71) = 90.850 \text{ € (verifica-ho)}$$

Per tant comparant els dos valors Q i Q^1 podem calcular l'estalvi que significaria dur a terme la nova gestió. Per tant a QUIOX S.A. no li va interessar invertir 600 € anuals per a la gestió electrònica de l'inventari per a estalviar únicament 349,7 €

PERE TERRIBES

En Pere Terribes té un celler a Tarragona. En aquest celler ven un vi de denominació d'origen de l'Empordà (Girona) que té molta acceptació. Cada any en ven unes 500 caixes entre blanc, rosat i negre.

Aquest vi, que es compra en caixes de 12 ampolles cadascuna, és portat per un proveïdor de Barcelona a un cost de 2,1 € l'ampolla. Aquest venedor fa repartiments de mercaderies cada mes. Ara bé, aquest mateix proveïdor també li ofereix el mateix vi a 1,9 € l'ampolla si és el mateix Pere qui va a buscar-lo a Barcelona.

Una altra opció que havia pensat el mateix Pere, és anar a buscar el vi directament a Girona, on el seu cost seria de tan sols de 1,7 € l'ampolla si compra menys de 225 caixes en cada viatge, o 1,68 € si en compra 225 o més cada viatge. En el camió que té hi caben perfectament 500 caixes.

Ara bé, cal tenir en compte que el magatzem que té en Pere a Tarragona és bastant limitat, i per tant el fet d'emmagatzemar-hi vi té un cost, ja que limita les possibilitats de guardar altres productes. En Pere valora aquest cost com d'aproximadament 1 € per cada caixa mensualment.

Dades:	1 caixa de vi conté 12 ampolles	
	Distància de Tarragona a Barcelona:	150 Km.
	Distància de Tarragona a Girona:	250 Km.
	Consum benzina camió:	10 litres / 100 Km.
	Cost gas-oil camió:	0,8 € / litre
	Cost autopista Tarragona – Barcelona (anada):	10 €
	Cost autopista Tarragona – Girona (anada):	35 €

Tant si en Pere va a buscar el vi a Barcelona o a Girona, preveu estar-hi tot el dia, i gastar en dinar i altres despeses personals uns 30 € diaris.

Es demana:

- Quants viatges a l'any ha de fer en Pere a Barcelona per a què si escull aquesta opció li surti el més barat possible? I quina quantitat li costa anualment aquesta opció?
- Si en Pere decideix anar a comprar el vi a Girona, quants viatges a l'any ha de fer per a què, si escull aquesta opció, li surti el més barat possible? I quant li costa anualment aquesta opció?
- Quina de les tres opcions (anar a buscar el vi a Girona, anar-lo a buscar a Barcelona o deixar que el proveïdor el porti directament a Tarragona en la quantitat que en Pere sol·licita) és la més econòmica?

SOLUCIÓ

- Quants viatges a l'any ha de fer en Pere a Barcelona per a què si escull aquesta opció li surti el més barat possible? I quina quantitat li costa anualment aquesta opció*

Quan li costa a en Pere cada viatge a Barcelona:

$$\begin{aligned}\text{Cost viatge} &= \text{Cost del desplaçament} + \text{Despeses personals} \\ &= \text{Cost gasolina} + \text{Cost autopista} + \text{Despeses personals} \\ &= (300 \text{ Km} \cdot 10 \text{ litres} / 100 \text{ Km} \cdot 0,8 \text{ €}) + (2 \cdot 10 \text{ €}) + 30 \text{ €} = 74 \text{ €}\end{aligned}$$

Aquest cost del viatge és assimilable al que s'anomena cost de llançament en la gestió d'estocs. Així doncs, $C_L = 74 \text{ €}$

Aplicant la fórmula del lot econòmic, calculem quina és la quantitat òptima de caixes a portar en cada viatge

$$Q = \sqrt{\frac{2DC_L}{C_P}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 500 \cdot 74}{12}} = 78,52 \text{ caixes}$$

El més òptim per en Pere és portar 78,52 caixes cada viatge. Atès que no es poden dividir les caixes, es calcula què és millor fer viatges de 78 caixes o de 79.

Si fem viatges de 78 caixes cadascun, ens caldrà fer:

$$N (\text{Freq de comandes}) = \frac{D}{Q} = \frac{500}{78} = 6,41 \text{ viatges a l'any}$$

El cost total anual de fer aquests viatges serà:

$$\begin{aligned}K &= K_A + K_L + K_P \\ &= (500 \text{ caixes} \cdot 12 \text{ amp per caixa} \cdot 1,9 \text{ € per amp}) + (6,41 \text{ viatg anuals} \cdot 74 \text{ € el viatge}) \\ &\quad + (12 \text{ € per caixa} \cdot 39 \text{ caixes d'estoc mig}) \\ &= 12.342,36 \text{ € anuals}\end{aligned}$$

A la fórmula anterior s'ha tingut en compte que el nombre mig de caixes en estoc serà de 39, ja que es realitzaran compres de 78 caixes cada vegada.

Si per contra es decideixen fer viatges de 79 caixes cadascun, anàlogament tindrem:

$$N = \frac{D}{Q} = \frac{500}{79} = 6,32 \text{ viatges a l'any}$$

$$\begin{aligned}K &= K_A + K_L + K_P \\ &= (500 \text{ caixes} \cdot 12 \text{ amp per caixa} \cdot 1,9 \text{ € per amp}) + (6,32 \text{ viatg anuals} \cdot 74 \text{ € el viatge}) \\ &\quad + (12 \text{ € per caixa} \cdot 39,5 \text{ caixes d'estoc mig}) \\ &= 12.342,35 \text{ € anuals}\end{aligned}$$

En aquest cas s'ha tingut en compte que el nombre mig de caixes en estoc serà de 39,5 caixes.

Es comprova que en aquest cas pràcticament no hi ha diferència entre fer viatges de 78 caixes o de 79.

Si es decideix per exemple per la segona opció que és sensiblement millor, caldrà fer 6,32 viatges anuals a Barcelona, és a dir, aproximadament 1 cada 2 mesos, i el cost total d'aquesta opció serà de 12.342,35 € anuals

- b) Si en Pere decideix anar a comprar el vi a Girona, quants viatges a l'any ha de fer a Girona per a què, si escull aquesta opció, li surti el més barat possible? quant li costa anualment aquesta opció

Aplicant el mateix procediment que en les dues qüestions anteriors:

$$\begin{aligned}
 C_L &= \text{Cost del viatge} \\
 &= \text{Cost del desplaçament} + \text{Despeses personals} \\
 &= \text{Cost gasolina} + \text{Cost autopista} + \text{Despeses personals} \\
 &= (500 \text{ Km} \cdot 10 \text{ litres} / 100 \text{ Km} \cdot 0,8 \text{ €}) + (2 \cdot 35 \text{ €}) + 30 \text{ €} \\
 &= 140 \text{ €}
 \end{aligned}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2DC_L}{C_P}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 500 \cdot 140}{12}} = 108,01 \text{ caixes}$$

Podem considerar que el lot òptim és de 108 caixes, sense calcular els costos relacionats als lots de 108 i 109 caixes, ja que el lot resultant és molt i molt proper a aquest valor.

$$N = \frac{D}{Q} = \frac{500}{108} = 4,63 \text{ viatges a l'any}$$

Anualment, haurà de realitzar uns 4,63 viatges, és a dir, aproximadament un viatge cada 2 mesos i mig.

El cost total anual d'anar a buscar el vi directament a Girona serà de:

$$\begin{aligned}
 K &= K_A + K_L + K_P \\
 &= (500 \text{ caixes} \cdot 12 \text{ amp per caixa} \cdot 1,7 \text{ € per amp}) + (4,63 \text{ viatg anuals} \cdot 14 \text{ € el} \\
 &\quad \text{viatge}) + (12 \text{ € per caixa} \cdot 54 \text{ caixes d'estoc mig}) \\
 &= 11.496 \text{ € anuals}
 \end{aligned}$$

- c) Quina de les tres opcions (anar a buscar el vi a Girona, anar-lo a buscar a Barcelona o deixar que el proveïdor el porti directament a Tarragona en la quantitat que en Pere sol·liciti) és la més econòmica

Cal calcular la tercera opció, que ens ho porti el proveïdor de Barcelona. Tenint en compte que aquest pot portar les comandes a en Pere cada mes, cada comanda serà d'aproximadament:

$$\begin{aligned}
 \text{Quantitat comanda} &= \text{Vendes anuals} / \text{Viatges anuals} \\
 &= 500 \text{ caixes} / 12 \text{ viatges anuals} \\
 &= 41,66
 \end{aligned}$$

Si es decideix que es portin 42 caixes cada viatge, el cost anual total anual serà:

$$\begin{aligned}
 K &= K_A + K_L + K_P \\
 &= (500 \text{ caixes} \cdot 12 \text{ ampolles per caixa} \cdot 2,1 \text{ € per ampolla}) + 0 \text{ €} + (12 \text{ € per caixa} \cdot 21 \\
 &\quad \text{caixes d'estoc mig}) \\
 &= 12.852 \text{ € anuals}
 \end{aligned}$$

Si es decideix que es portin 41 caixes cada viatge, el cost anual total anual serà:

$$\begin{aligned}K &= K_A + K_L + K_P \\ &= (500 \text{ caixes} \cdot 12 \text{ amp per caixa} \cdot 2,1 \text{ € per amp}) + 0 \text{ €} + (12 \text{ € per caixa} \cdot 20,5 \\ &\quad \text{caixes d'estoc mig}) \\ &= 12.846 \text{ € anuals}\end{aligned}$$

D'aquesta forma, la millor opció de totes és la d'anar a buscar el vi directament a Girona portant 108 caixes cada viatge, ja que és la que té uns costos totals anuals menors de 11.496€.

DOS PROVEÏDORS

Hem demanat ofertes a dos proveïdors diferents per a un mateix producte. En principi preveiem vendre 700 peces al mes d'aquest producte. Cada proveïdor ens ha aportat una llista de preus, on aquest és funció del nombre de peces que comprem, tal i com s'observa a la següent taula.

Proveïdor A		Proveïdor B	
Quantitat	Preu unitari €	Quantitat	Preu unitari €
1-499	16	1-399	16,1
500-999	15,5	400-799	15,6
1000 o més	15	800 o més	15

Tenint en compte que anar a buscar els productes ja ens costa 50 €/ viatge, i el cost d'emmagatzemar un producte durant un any és de 5 €/ producte i any

Es demana:

- Quin és el lot que ens surt més a compte comprar-li a cada proveïdor? Quin proveïdor hem d'escollir?
- Quina és la freqüència en que haurem de fer cada compra al proveïdor escollit? (cada quants de dies)
- Perquè no ens surt a compte canviar el proveïdor, tot i que ens faci el mateix preu?
- A quin preu hauria de vendre l'altre proveïdor com a molt car, per a que comprant un lot de 1500 peces, ens sortís a compte canviar de proveïdor?

SOLUCIÓ

- Quin és el lot que ens surt més a compte comprar-li a cada proveïdor i Quin proveïdor hem d'escollir*

Es tenen les següents dades:

Demanda anual 8400 peces
Cost llançament 50 €
Cost possessió 5 €

El lot òptim s'obté de la expressió

$$Q = \sqrt{\frac{2DC_L}{C_p}} = 410$$

D'acord amb les dades de preus i quantitats es calcula el cost anual per a cada cas

$$K_t = K_A + K_L + K_P = D \cdot c_{a\text{unitari}} + \frac{D}{Q} \cdot c_{L\text{unitari}} + \frac{Q}{2} \cdot c_p$$

Tenint en compte que en el cas 1 les dades son las següents:
 $Q = 410, C_a = 16\text{€}, C_L = 50\text{€}, C_P = 5\text{€}$

Tenint en compte que en el cas 2 les dades son las següents:
 $Q = 410, C_a = 15.5\text{€}, C_L = 50\text{€}, C_P = 5\text{€}$

Tenint en compte que en el cas 3 les dades son las següents:
 $Q = 410, C_a = 15\text{€}, C_L = 50\text{€}, C_P = 5\text{€}$

Proveïdor 1

Casos	Lots optims	Lot compra	Cost anual
1	410	410	136.449
2	410	500	132.290
3	410	1000	128.920

Tenint en compte que en el cas 1 les dades son las següents:
 $Q = 410, C_a = 16.1\text{€}, C_L = 50\text{€}, C_P = 5\text{€}$

Tenint en compte que en el cas 2 les dades son las següents:
 $Q = 410, C_a = 15.6\text{€}, C_L = 50\text{€}, C_P = 5\text{€}$

Tenint en compte que en el cas 1 les dades son las següents:
 $Q = 410, C_a = 15\text{€}, C_L = 50\text{€}, C_P = 5\text{€}$

Proveïdor 2

Casos	Lots òptims	Lot compra	Cost anual
1	410	399	137.290
2	410	410	133.089
3	410	800	128.525

D'acord amb els costos anuals surt més a compte comprar-li al proveïdor 2, 800 peces del producte perquè obtindríem un cost anual $K_T = 128.525\text{€}$

b) la freqüència en que haurem de fer cada compra al proveïdor escollit

la freqüència en que haurem de fer cada compra al proveïdor escollit serà:

$$N = \frac{D}{Q} = 8400 / 800 = 10.5 \text{ vegades a l'any}$$

$$\text{En dies } T = 365 / 10.5 = 34.75 \approx 35$$

Per tant la freqüència en que haurem de fer cada compra al proveïdor escollit serà de 35 dies.

c) ens surt a compte canviar el proveïdor?

No ens surt a compte canviar el proveïdor, tot i que ens faci el mateix preu, perquè hem de fer llançaments més grans, i el cost d'estoc és més elevat.

d) A quin preu hauria de vendre l'altre proveïdor com a molt car, per a que comprant un lot de 1500 peces, ens sortís a compte canviar de proveïdor

El preu al que hauria de vendre l'altre proveïdor com a molt car, per a que comprant un lot de 1500 peces, ens sortís a compte canviar de proveïdor serà:

Ens sortiria més a compte canviar de proveïdor si el cost anual continués sent el més baix que hem calculat, per tant

$Q = 1500$ peces,

$$N = \frac{D}{Q} = 5.6 \text{ vegades a l'any}$$

Considerant la equació del cost total:

$$128.525 = D \cdot c_{a \text{ unitari}} + \frac{D}{Q} \cdot c_{L \text{ unitari}} + \frac{Q}{2} \cdot c_p$$

aïllar $c_{a \text{ unitari}}$ y s'obté $Ca = 14.82$

PIMEL

PIMEL és una empresa que produeix cargols. Aquesta subministra a MUNTMEI, una empresa de muntatges, 10.000 cargols cada any. Aquesta comanda s'ha produït de forma estable des de fa algun temps. El cost de emissió per a PIMEL és de 40 € i els costos d'emmagatzematge són de 0.60 € per cada cargol a l'any. MUNTMEI utilitza el sistema Just a Temps i necessita rebre 50 cargols cada dia.

Es demana:

- Determinar com ha de ser el lot de producció si l'empresa PIMEL vol que l'inventari arribi a un nivell màxim de 1095 cargols.
- Determinar el ritme de producció diari necessari.
- Quants períodes de producció de cargols tindrà PIMEL a l'any?
- Com és el cost total de PIMEL (emissió + emmagatzematge)

SOLUCIÓ

- Considerant la restricció de nivell màxim d'inventari 1095 cargols proposem les expressions per al càlcul del lot de producció*

Es disposa de la següent informació:

D = 10.000 cargols/any

C_L = 40 € per comanda

C_p = 0.60 €/any

d = 50 cargols/dia

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_L}{C_p \left(\frac{p-d}{p} \right)}} \quad \text{sent } p \text{ i } d \text{ el ritme de producció i demanda diaris.}$$

Atès que desconexim p , hem de recórrer a la dada d'inventari màxim i proposem l'expressió:

$$\left(\frac{p-50}{p} \right) Q = 1095$$

Substituïm per X l'expressió entre parèntesi, aïllem Q i iguaem les dues expressions anteriors

$$\frac{1095}{X} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10.000 \cdot 40}{0.60X}}$$

aïllant l'expressió anterior obtenim que $X=0.899$, per tant

$$Q = \frac{1095}{X} = 1216.7 \cong 1217$$

b) *El ritme de producció diari necessari (p)*

El ritme de producció diari el trobem de l'expressió:

$$\left(\frac{p-50}{p} \right) Q = 1095, \text{ d'on s'obté } p = 498.7500.$$

c) *Els períodes de producció de Pimel a l'any seran:*

$$N = \frac{D}{Q} = \frac{10.000}{1217} = 8.22 \text{ períodes}$$

d) *El cost total per a l'empresa Pimel*

Considerant que el cost de adquisició és constant calcularem el cost total amb la suma de K_p més K_L

$$K_t = k_p + k_L = \frac{Q}{2} \left(\frac{p-d}{p} \right) C_p + \frac{D}{Q} C_e$$

$$K_t = 657,27 \text{ €}$$

GELAN

La fàbrica de gelatines "GELAN" rep d'un proveïdor els envasos de paper d'alumini en els quals es diposita el producte. La producció anual d'aquesta empresa és de mig milió de gelatines, els costos de comanda són 300 €, inclou transport i descàrrega, els costos d'emmagatzematge són del 30% del valor de adquisició, el qual és de 9 cèntims d'euro.

Es demana:

- Quin serà el lot econòmic per a l'empresa de gelatines?
- Quantes comandes s'hauran de realitzar durant l'any i quin serà el temps de reaprovisionament en mesos?
- Quin és el cost total de gestió de l'inventari?

La fàbrica GELAN vol reduir els costos d'inventari dels envasos d'alumini. Per això estudia l'alternativa de demorar alguns processos quan manquen envasos. Aquesta demora implica un cost addicional de 20 centieuros/envàs i any

- Quines serien les noves característiques de la política d'inventari d'envasos?
- Quin seria el nou cost total de gestió de l'inventari en el cas que l'empresa optés per l'alternativa proposada?

SOLUCIÓ

- Lot econòmic per a l'empresa de gelatines*

Es disposa de la següent informació:

$D = 500.000$ cargols/any

$C_a = 0.09$ €

$C_L = 300$ € per comanda

$C_p = 0.027$ €/any

El lot òptim s'obté de l'expressió

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_L}{C_p}} = 105.409 \text{ unitats}$$

- Comandes durant l'any i temps de reaprovisionament*

$$\text{Comandes: } N = \frac{500.000}{105.409} = 4.74 \text{ períodes}$$

El temps de reaprovisionament:

En dies $T = 360/4.74 \approx 76$ (cada 76 dies) o, el que és el mateix, cada 2.52 mesos

c) *El cost de gestió de l'inventari*

Com que el Cost d'adquisició és constant podem calcular

$$Kt = K_p + K_L$$
$$Kt = \frac{D}{Q} \cdot c_{L\text{unitari}} + \frac{Q}{2} \cdot c_p$$

considerant C_L i C_P serà 2.845 €

d) *Noves característiques de la política d'inventari d'envasos*

Considerant la informació anterior es pot deduir que l'empresa està estudiant l'alternativa d'incórrer en costos de ruptura (C_r) perquè l'alternativa que estudia parla de manca d'envasos

Les expressions a utilitzar són:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot C_L \cdot D (C_p + C_r)}{C_p \cdot C_r}} \quad VR = \sqrt{\frac{2 \cdot C_L \cdot D \cdot C_p}{C_r (C_p + C_r)}}$$

Recordem que es disposa de la següent informació

Demanda anual d'envasos: 500.000 unitats

El cost d'adquisició : 0.09 € (9 cèntims d'euro)

El cost d'emissió o llançament $C_L = 300$ €/com

El cost total de possessió C_p (30% de C_a) = 0.027 €

El cost de ruptura = 0.20 €

Per a trobar la quantitat de lot econòmic (Q) i el volum de ruptura (VR) sota les possibles noves polítiques d'inventaris, substituint els valors a les equacions anteriors obtenint els següents resultats:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 300 \cdot 500000 (0.027 + 0.20)}{0.027 \cdot 0.20}} = 112.299 \text{ envasos}$$

$$VR = \sqrt{\frac{2 \cdot 300 \cdot 500000 \cdot 0.027}{0.20 (0.027 + 0.20)}} = 13.357 \text{ envasos}$$

e) El nou cost total de gestió de l'inventari serà:

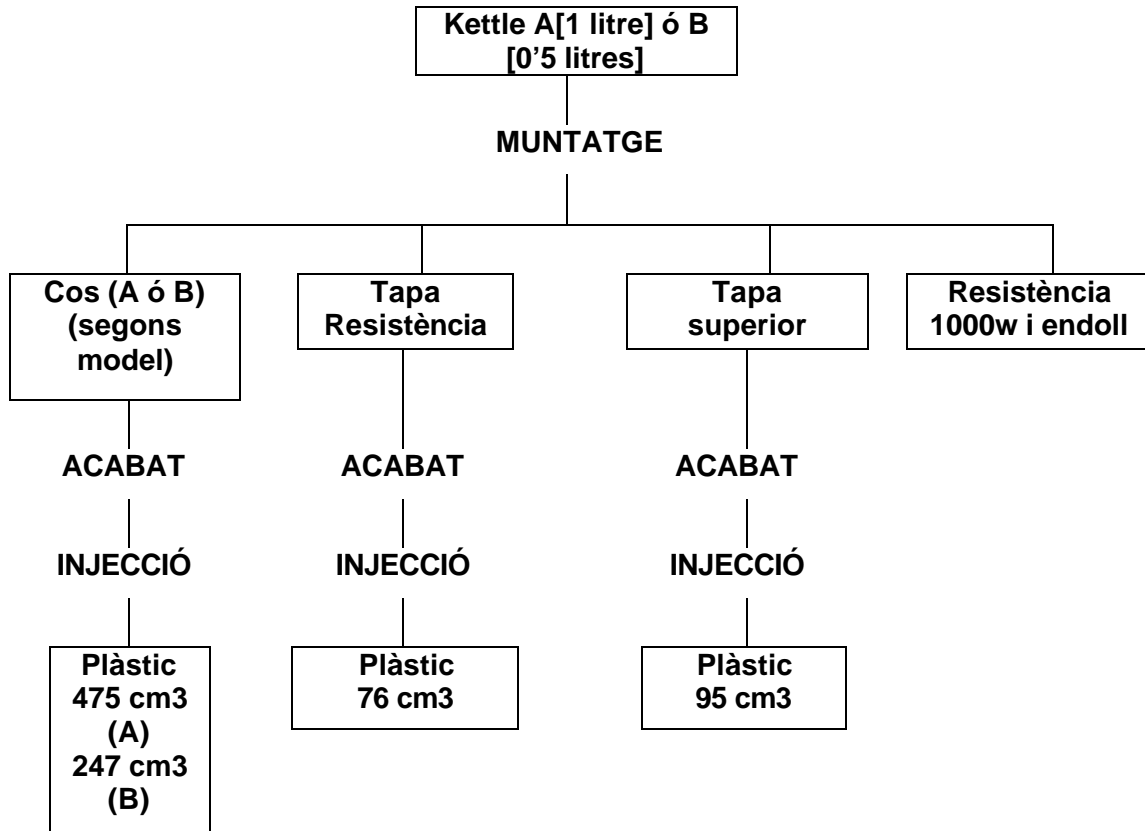
$$Kt = K_p + K_L + K_R$$

$$Kt = \frac{(Q - VR)^2}{2Q} C_p + \frac{D}{Q} C_L + \frac{VR^2}{2Q} C_r$$

$$K_T = 2671.4 \text{ €/any}$$

KETTLE`S

L'empresa 4SPICE-G. S.A. és una societat que es dedica a la fabricació de productes injectats de plàstic per la llar, entre els quals, un dels seus productes és la Kettle (bullidora elèctrica). En tenen de dos tipus: la que té capacitat d'1 litre (anomenada A) i la que té capacitat de 0,5 litres (anomenada B). La composició d'aquests productes és quasi la mateixa, només canvia el cos:



Procés de fabricació

Com es pot observar la fàbrica té tres seccions clarament diferenciades: la Injecció, l'Acabat i el Muntatge. Els dilluns es dediquen a les Kettles. A Injecció, on el coll d'ampolla és la màquina injectora, dediquen un o dos torns, segons la feina que hi hagi, i a Acabat i Muntatge dediquen el número de persones necessaris per acabar la feina en un torn. Pensa que un torn pot constar entre 8 i 10 hores.

Els temps de cadascuna de les operacions per productes són:

	Injecció	Acabat	Muntatge
Kettle A			5 min/unitat
Kettle B			5 min/unitat
Cos A	2 min/unitat	2'5 min/unitat	
Cos B	2 min/unitat	2 min/unitat	
Taps (tots dos)	0'75 min/unitat	0'75 min/unitat	

En la injectora hi ha un temps de preparació per escalfar la pasta de plàstic, durant el qual es posen els utilatges necessaris per a fer la injecció, que dura 30 minuts i s'ha de fer amb la màquina parada. A més, aquesta màquina té una limitació de capacitat:

només hi caben, com a màxim, 100 litres de plàstic per fer el mateix lot, perquè el dipòsit s'ha de tancar hermèticament per mantenir el plàstic en estat líquid i per normes de seguretat. També cal dir que és una màquina vella, per tant el procés de producció té un rendiment del 95%, o dit d'una altra manera es perd el 5% del plàstic en les juntes, els utilitatges etc.

La Lotificació

Els dos productes finals, per anar cap a embalatge, són posats en uns "palets" que contenen 10 kettles, per tant des de sempre s'ha pensat que "1 palet es considera un lot", i es vol seguir considerant així. Pel que fa als productes que passen per la injectora, el cap de producció vol implantar una cosa que ha llegit en un llibre de gestió de la producció del Lot econòmic. Ell disposa que les següents dades:

	Kettle A	Kettle B
La demanda	10.400 unitats/any	5.200 unitats/any

Cost plàstic 1.100 ptes./l. **Cost de llançament** 100 ptes.

Tipus d'interès per calcular el cost de l'estoc 5%

Pel que fa al conjunt de resistència i cable elèctric es compra en còmodes lots de 25 unitats i tarden una setmana en servir-lo. La pasta de plàstic la porten en blocs de 100 litres també d'una setmana per l'altra.

La planificació per les properes 8 setmanes corresponent a les kettles i al "pack" elèctric que es ven com a producte de recanvi (perquè és la peça més delicada) és:

	1	2	3	4	5	6	7	8
Kettle A	200	220	250	240	210	140	50	50
Kettle B	50	100	20	150	170	80	20	50
"pack elèctric"	10	15	20	15	10	10	15	20

El Cap de producció sempre ha considerat que s'ha de tenir un bon estoc de seguretat dels productes que es fabriquen per poder "aguantar si hi ha problemes", i manté el necessari per satisfer la demanda d'una setmana. Pel que fa als productes que es compren o que provenen d'una secció anterior no es consideren estoc de seguretat.

L'estoc inicial és:

Kettle A	450 unitats
Kettle B	150 unitats
Cos A	500 unitats
Cos B	200 unitats

Tap superior	1.100 unitats
Tapa resistència	2.000 unitats
"Pack" elèctric	450 unitats
Pasta plàstic	200 litres

Es demana:

- a) Si l'interès del banc és 4,5%, creus que la dada del tipus d'interès per calcular el cost de l'estoc és baixa o està bé ? Per què ?
- b) Com afecta el rendiment de la injectora a les necessitats de material ?
- c) Calcula els lots* més adients dels ítems que no estan lotificats. Pot afectar la capacitat de la màquina en la determinació del lot?.
- d) Calcula les necessitats brutes de tots els productes que apareixen en el BOM.
- e) Quines són les ordres planificades per les properes sis setmanes.?
- f) Calcula la càrrega de temps (hores o minuts) que suposen per les tres seccions aquestes ordres de fabricació planificades.
- g) Respecte a la capacitat de les quatre properes setmanes, quina distribució de personal creus que seria convenient per les seccions d'Acabat i Muntatge i quina duració tindria el torn ? Quants torns dedicaries a la Injecció ?
- h) Per les dues primeres setmanes es tenen dues ordres de fabricació que afecten a Injecció i Acabat. En quin ordre les faries?

* NOTA IMPORTANT : Per calcular els lots, a fi de facilitar les operacions matemàtiques, es pot considerar el múltiple de 10 superior.
És a dir si el càlcul surt 21,84 unitats, fes servir 30 unitats

SOLUCIÓ

- a) *Si l'interès del banc és 4,5%, creus que la dada del tipus d'interès per calcular el cost de l'estoc és baixa o està bé ? Per què ?*

Considerar el cost de l'estoc 5% és baix perquè l'interès al banc és el 4,5%. El cost de l'estoc, a part de tenir en compte que són uns diners que estan "aturats" (4,5%), s'ha de considerar el cost de l'assegurança, el lloguer de la nau, etc...

- b) *Com afecta el rendiment de la injectora a les necessitats de material ?*

El rendiment de la injectora afecta de manera que haurem de posar més pasta de plàstic que la que s'enuncia al BOM per compensar les pèrdues de material ocasionades per la màquina.:

Component	BOM	Rendiment	Necessitat Real
Cos A	0.475 l.	0.95	0.5 l
Cos B	0.247 l.	0.95	0.26 l.
Tapa resist	0.076 l.	0.95	0.08 l.
Tapa superior	0.095 l.	0.95	0.1 l.

- c) *Calcula els lots* més adients dels ítems que no estan lotificats. Pot afectar la capacitat de la màquina en la determinació del lot?.*

Els lots per calcular són els de Cos A, Cos B, Tapa resist i Tapa superior. Els que ens venen donats per característiques del procés són:

Kettle A	10 unitats	Kettle B	10 unitats
Pack elèctric	25 unitats	Pasta plàstic	100 l.

Per calcular els lots s'utilitzarà la fórmula del lot econòmic:

$$Q = \sqrt{\frac{2DC_i}{C_u i}}$$

Component	Demanda anual	Cost llanç.	Cost unitari	Q*	Volum pasta
Cos A	10.400	100	0.5*1.100	275 un.	137.5 l.
Cos B	5.200	100	0.26*1.100	269 un.	70.2 l.
Tapa resist	15.600	100	0.08*1.100	842 un.	60 l.
Tapa superior	15.600	100	0.1*1.100	753 un.	76 l.

Tots els lots es poden realitzar excepte el del cos A que si utilitzem el lot econòmic no ens hi cabrà a la màquina injectora, per tant els lot que farem servir seran:

Component	Lots
Cos A	200 unitats
Cos B	270 unitats
Tapa resist	850 unitats
Tapa superior	760 unitats

d) *Calcula les necessitats brutes de tots els productes que apareixen en el BOM.*

Lead Time = 1 set Lot = 10 Stock Seguretat = 200

		1	2	3	4	5	6	7	8
Stock inicial	450	Kettle A							
St. Seguretat	200	NB	200	220	250	240	210	140	50
Disponible	250	Disponible	250	50	0	0	0	0	0
		NN	0	170	250	240	210	140	50
		Lot	0	170	250	240	210	140	50
		Fabri	0	170	250	240	210	140	50
		LEAD TIME	170	250	240	210	140	50	50

Lead Time = 1 set Lot = 10 Stock Seguretat = 100

		1	2	3	4	5	6	7	8
Stock inicial	150	Kettle B							
St. Seguretat	100	NB	50	100	20	150	170	80	20
Disponible	50	St	50	0	0	0	0	0	0
		NN	0	100	20	150	170	80	20
		Lot	0	100	20	150	170	80	20
		Fabri	0	100	20	150	170	80	20
		LEAD TIME	100	20	150	170	80	20	50

Demanda indep 10 15 20 15 10 10 15 20

Lead Time = 1 set Lot = 25 Stock Seguretat = 50

Stock inicial St.	500	Electric	1	2	3	4	5	6	7	8
Seguretat	50	NB	280	285	410	395	230	80	115	20
Disponible	450	St	450	170	10	0	5	0	20	5
		NN	0	115	400	395	225	80	95	15
		Lot	0	125	400	400	225	100	100	25
		Fabri	0	125	400	400	225	100	100	25
		LEAD TIME	125	400	400	225	100	100	25	0

Lead Time = 1 set Lot = 100 Stock Seguretat = 0

Stock inicial St.	200	PASTA	1	2	3	4	5	6	7	8
Seguretat	0	NB	170,2	176	170,2	100	76	100	0	0
Disponible	200	St	200	29,8	53,8	83,6	83,6	7,6	7,6	7,6
		NN	0	146,2	116,4	16,4	0	92,4	0	0
		Lot	0	200	200	100	0	100	0	0
		Fabri	0	200	200	100	0	100	0	0
		LEAD TIME	200	200	100	0	100	0	0	0

e) Quines són les ordres planificades per les properes sis setmanes?

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
Kettle A	170	250	240	210	140	50	50	0
Kettle B	100	20	150	170	80	20	50	0
Cos A	200	200	200	200	0	200	0	0
Cos B	270	0	270	0	0	0	0	0
Tapa sup	0	760	0	0	760	0	0	0
Tapa Res.	0	0	0	0	0	0	0	0

f) Calcula la càrrega de temps (hores o minuts) que suposen per les tres seccions aquestes ordres de fabricació planificades.

g) Respecte a la capacitat de les quatre properes setmanes, quina distribució de personal creus que seria convenient per les seccions d'Acabat i Muntatge i quina duració tindria el torn ? Quants torns dedicaria a la Injecció ?

Temps preparació injecció	30 min
Cos A i B	2 min/unitat
Taps	0,75 min/unitat

Temps acabat	
Cos A	2,5 min/unitat
Cos B	2 min/unitat
Taps	0,75 min/unitat

Temps muntatge	Kettle A i B	5 min/unitat
----------------	--------------	--------------

INJECCIÓ

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Cos A	430	430	430	430	0	430	0	0
Cos B	570	0	570	0	0	0	0	0
Tapa sup	0	600	0	0	600	0	0	0
Tapa Res.	0	0	0	0	0	0	0	0
minuts	1000	1030	1000	430	600	430	0	0
hores	16,666667	17,166667	16,66667	7,166667	10	7,1666667	0	0
torns	2	2	2	1	1	1		

ACABAT

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Cos A	500	500	500	500	0	500	0	0
Cos B	540	0	540	0	0	0	0	0
Tapa sup	0	570	0	0	570	0	0	0
Tapa Res.	0	0	0	0	0	0	0	0
minuts	1040	1070	1040	500	570	500	0	0
hores	17,333333	17,833333	17,33333	8,333333	9,5	8,3333333	0	0
persones	2	2	2	1	1	1		

MUNTATGE

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Kettle A	850	1250	1200	1050	700	250	250	0
Kettle B	500	100	750	850	400	100	250	0
minuts	1350	1350	1950	1900	1100	350	500	0
hores	22,5	22,5	32,5	31,66667	18,33333	5,8333333	8,333333	0
persones	3	3	4	4	2	1	1	

h) Per les dues primeres setmanes es tenen dues ordres de fabricació que afecten a Injecció i Acabat. En quin ordre les faries?

Per la primera setmana tenim dues OF:

Component	INJECCIÓ	ACABAT
Cos A	430	250*
Cos B	570	270*

* Perquè són dos els operaris

Aplicant la Regla de Johnson, LA OF del Cos B ha d'anar abans que la del Cos A

Per la segona setmana tenim dues OF:

Component	INJECCIÓ	ACABAT
Cos A	430	250*
Tapa superior	600	285*

* Perquè són dos els operaris

Aplicant la Regla de Johnson, LA OF de la Tapa superior ha d'anar abans que la del Cos A

EMPRESA XYZ

L'empresa XYZ té 10 articles en inventari. Creu necessari establir les bases d'un criteri que li permeti realitzar prediccions més fiables de les que fins ara ha realitzat, amb l'objectiu de millorar el control físic dels articles dels que disposa en inventari. Per tant, necessita identificar els productes que són mes importants per al negoci d'acord amb el volum de vendes (€).

Es demana:

- a) D'acord amb la informació donada en el quadre i utilitzant el mètode ABC, suggereixi una classificació per als productes i expliqui breument.

Article	Venda anual	cost unitari (€)
A2	3.000	50
B8	4.000	12
C7	1.500	45
D1	6.000	10
E9	1.000	20
F3	500	500
G2	300	1.500
H2	600	20
I5	1.750	10
J8	2.500	5

SOLUCIÓ

- a) *suggereixi una classificació per als productes i expliqui breument.*

Els passos a seguir per a dur a terme l'anàlisi de l'inventari son els següents: Calcular les vendes totals per a cadascun dels articles i ordenar aquesta informació de major a menor. Després, calcular el percentatge de vendes per producte.

D'acord amb el mètode ABC, els productes que tinguin un major percentatge de vendes seran classificats com A (recordar principi de pareto). Al grup B estaran els productes amb un percentatge de vendes mig. Per últim els articles amb un percentatge de vendes molt petit constituiran el grup C

Article	Venda anual	cost unitari (€)	venda total (€)	percentatge	Classificació
G2	300	1.500	450.000	41,38	A
F3	500	500	250.000	22,99	A
A2	3.000	50	150.000	13,79	B
C7	1.500	45	67.500	6,21	B
D1	6.000	10	60.000	5,52	B
B8	4.000	12	48.000	4,41	C
E9	1.000	20	20.000	1,84	C
I5	1.750	10	17.500	1,61	C
J8	2.500	5	12.500	1,15	C
H2	600	20	12.000	1,10	C
TOTAL	21.150		1.087.500	100,00	

Els productes G2 i F3 són classificats com a tipus A (perquè en aquest cas el 20% dels articles representen aproximadament el 65% del percentatge de vendes). Amb aquests productes es podrien adoptar criteris d'inventaris especials com:

- Sotmetre'ls a criteris de control físic més estrictes que els de B i C
- Les previsions d'aquests articles poden requerir més cura que la dels altres articles.

Els productes A2, C7 i D1 són classificats com a tipus B i els restants productes com a tipus C

DISTRIBIKE

La empresa de distribució de bicicletes DISTRIBIKE té dos magatzems, que funcionen pràcticament de la mateixa forma. Van a comprar les bicicletes a una altra empresa a un preu de 40 € cadascuna.

Cada magatzem realitza unes vendes anuals de 1.500 bicicletes (aquestes vendes es poden considerar regulars durant tot l'any). Cada cop que necessiten més bicicletes van a buscar-les a la fàbrica central mitjançant un camió on hi caben 225 bicicletes i que els costa 200€ cada viatge. Per altra part, guardar una bicicleta durant un any al magatzem els suposa un cost de 20€.

Es demana:

- a) Quants viatges i amb quantes bicicletes s'haurien de fer a l'any des de cada magatzem per a que la gestió fos òptima?
- b) Quin cost anual els suposa aquesta gestió òptima pròpia?
- c) Si a partir d'aquest moment decideixen centralitzar-ho tot en un mateix magatzem (totes les vendes es serviran des d'aquest), pel que fa referència al cost anual de gestió, disminuirà o augmentarà? (calcula'l)

SOLUCIÓ

- a) el lot òptim és $Q = 173$ bicicletes
caldrà fer aproximadament 9 viatges a l'any (exactament 8,66) cada magatzem

- b) $K_T = 63.464$ € per a cada magatzem

Per als dos magatzems el cost total serà $K_T = 126.928$ € anuals

- c) Seguint el mateix procediment anterior, però tenint en compte que la demanda és de 3.000 bicicletes (la suma de les dues demandes), el lot òptim calculat és $Q = 245$ bicicletes.

Atès que el camió només pot portar 225 bicicletes, aquest serà el lot òptim.

El nombre de viatges anuals serà d'aproximadament 13 a l'any.

Aplicant el mateix procediment del apartat anterior, el cost total serà $K_T = 124.917$ € anuals, pel que el cost total disminuirà.

SUPRAEXPRESS S.A

L'empresa SupraEspress, S.A. es dedica a la fabricació de components electrònics. Després d'analitzar els resultats del seu últim inventari anual, realitzat el desembre de 2004, ha decidit millorar la gestió dels estocs d'un dels seus productes més venuts, el Trust 336V+. La demanda anual del producte és de 4.000 unitats, repartides homogèniament al llarg del temps.

El cost unitari de fabricació del producte és de 250 € i el cost per manteniment d'inventari es calcula com el 10% anual d'aquest cost. El llançament d'una ordre de fabricació suposa per a la companyia uns costos fixos de 150 €.

El calendari laboral pactat entre la direcció i el comitè d'empresa és de 5 dies laborables a la setmana i 50 setmanes a l'any.

Es demana:

- Quina és la mida econòmica del lot, si el Trust 336V+ es fabrica en lots de 50 unitats? Quins són els costos anuals de la gestió d'estocs?
- Quin és el nombre d'ordres de fabricació que es llançaran per any? Quin és el nombre òptim de dies feiners entre ordres de fabricació?
- Quin és el punt de comanda si el termini de lliurament (L) és de 3 dies?

Una altra empresa que també fabrica components electrònics, la Packap Weet, S.L., fabrica un producte idèntic al Trust 336V+, però que ells han batejat com a MC34. La demanda anual d'aquest article és també de 4.000 unitats a l'any; les vendes es poden considerar homogènies en el temps. Els costos de llançament i possessió de l'article es poden considerar iguals que els corresponents al Trust 336V+. En aquestes condicions es demana que determineu:

- Quin estalvi global podrien aconseguir les dues empreses si decideixen optimitzar conjuntament els costos de gestió i SupraEspress, S.A. no posa restriccions en la mida de lot en la fabricació del Trust 336V+?
- Quina reducció del nivell d'estoc podria suposar aquesta aliança?

SupraExpress, S.A. fa servir grans quantitats d'un component que compra a un proveïdor i vol adquirir sempre un lot d'aprovisionament de mida fixa, tenint en compte que la manca d'aquest material és molt perjudicial per a la bona marxa de l'empresa. SupraExpress, S.A. necessita 200.000 unitats anuals del component, distribuïdes uniformement al llarg de l'any, i per cada comanda que llença té un cost de fix de 50 €/comanda. L'empresa estima una taxa de manteniment d'inventari del 20%. El proveïdor ofereix el següent pla de descomptes uniformes:

	Quantitat a comprar (u)	Preu unitari (€/u)
Tram 1	De 0 fins a 24.999	60
Tram 2	De 25.000 fins a 49.999	58
Tram 3	50.000 o més	56

Es demana:

- Quina és la mida del lot més adequat i quants reaprovisionaments farà al llarg de l'any?

SOLUCIÓ

a) Mida econòmica del lot i els costos anuals de la gestió d'estocs

$$Q = 219,08 \text{ u (dues possibilitats: } Q=200 \text{ u o } Q=250 \text{ u)}$$

$$K(200) = 5.500 \text{ €/any (sense considerar } K_A)$$

$$K(250) = 5.525 \text{ €/any (sense considerar } K_A)$$

Per tant $Q = 200$ unitats/ordre

b) Nombre d'ordres de fabricació que es llançaran per any i el nombre òptim de dies feiners entre ordres de fabricació?

$$N = 20 \text{ ordres/any} \quad T = 12,5 \text{ dies/ordre}$$

c) El punt de comanda

$$D_{\text{diària}} = (4.000 \text{ u/any}) / (250 \text{ dies/any}) = 16 \text{ u/dia}$$

$$S = D \cdot L = 16 \text{ u/dia} \cdot 3 \text{ dies} = 48 \text{ u}$$

d) Estalvi global

$$K_{S+P}^* = 10.954,45 \text{ €/any}$$

$$\text{El cost conjunt seria de: } K_{SP}^* = 7.745,96 \text{ €/any}$$

L'estalvi anual d'aquesta aliança seria:

$$K_{S+P}^* - K_{SP}^* = 3.208,49 \text{ €/any}$$

e) Reducció del nivell d'estoc

$$\text{Reducció} = 219,1 \text{ u} - 154,92 \text{ u} = 64,17 \text{ u}$$

f) mida del lot més adequat

tram 1 (de 0 fins a 24.999) $\rightarrow Q_1^0 = 1.291 \text{ u/comanda} \rightarrow Q_1^* = 1.291 \text{ u/comanda}$
tram 2 (de 25.000 fins a 49.999) $\rightarrow Q_2^0 = 1.313 \text{ u/comanda} \rightarrow Q_2^* = 25.000 \text{ u/comanda}$
tram 3 (50.000 u o més) $\rightarrow Q_3^0 = 1336,3 \text{ u/comanda} \rightarrow Q_3^* = 50.000 \text{ u/comanda}$

i els costos associats als lots òptims són:

$$K_1(1.291) = 12.015.492 \text{ €/any}$$

$$K_2(25.000) = 11.745.400 \text{ €/any}$$

$$K_3(50.000) = 11.480.200 \text{ €/any}$$

Per tant, la millor decisió, la que presenta un cost menor, correspon a sol·licitar lots fixes de 50.000 unitats, cosa que suposa 4 llançaments a l'any.

CALOX S.A.

CALOX S.A. és una empresa fabricant de botes de goma per a la pluja. Mentre que el mercat li demana anualment 15.000 unitats (parells de botes), la producció distingida diària ascendeix a 75 unitats. El cost d'emmagatzematge anual és de 12 € per unitat i el cost de preparació de les màquines de 60 €. Tenint en compte que s'inicia l'elaboració d'aquest producte tan sols quan és necessari i que la gestió de l'inventari es planifica anualment,

Es demana:

- a) Quina serà la quantitat de comanda de producció (consideri 250 dies laborables a l'any)
- b) Determini el número estimat de comandes per període

SOLUCIÓ

- a) Quantitat de comanda de producció (consideri 250 dies laborables a l'any)

$$Q^* = 866$$

- b) El número estimat de comandes per període

$$N = 17.32$$

RELOX

RELOX és una empresa d'articles de neteja que té diverses referències en inventari. L'empresa sap que hi ha costos que depenen de l'inventari. Tot i això com que té poc temps, no pot avaluar amb cura els criteris d'inventari per a tots els seus articles. L'empresa desitja classificar els articles en funció dels euros que inverteix en cadascun d'ells. La següent taula mostra la informació de la qual disposa sobre els 10 articles que manté:

Article	cost unitari (€)	Demanda (unitats)
E102	4	800
D23	8	1.200
D27	3	700
R02	2	1.000
R19	8	200
S107	6	500
S123	1	1.200
U11	7	800
U23	1	1.500
V75	4	1.500

Es demana:

- a) D'acord amb la informació donada en el quadre, utilitzar l'anàlisi ABC per a classificar aquests articles i explicar breument.

SOLUCIÓ

- a) Els productes D23, V75, U11 són classificats com a tipus A (perquè en aquest cas el 30% dels articles representen aproximadament el 60% del percentatge de vendes). Amb aquests productes es podrien adoptar criteris d'inventaris especials com:
 - Sotmetre'ls a criteris de control físic més estrictes que els de B i C
 - Les previsions d'aquests articles poden requerir més cura que la dels altres articles.

Els productes E102, S107 i D27 són classificats com a tipus B i els restants productes com a tipus C

OFMAT S.A

L'empresa OFMAT SA, dedicada a la fabricació i distribució de mobiliari i complements d'oficina, vol realitzar un nou projecte. El projecte té per objectiu integrar els diferents catàlegs dels seus productes en un sol catàleg que contingui tota la informació de forma més complerta, actualitzada i amb un format modern. L'empresa ha identificat les tasques del projecte, les seves durades i les relacions de precedència. Aquesta informació es mostra en la taula següent.

Codi de la Tasca	Descripció de la tasca	Tasques Predecessores*	Durada Prevista (dies)
A	Recopilació dels catàlegs existents	-	3
B	Estudi per analitzar els productes en desús	A	8
C	Selecció dels productes en desús	B	1
D	Eliminació dels productes en desús dels catàlegs vells (generar un annex)	C	10
E	Estudi per analitzar els productes nous	A	5
F	Selecció dels nous productes	E	1
G	Codificació dels productes nous en els catàlegs vells	F	10
H	Reunió per l'elecció del nou format i de la editorial	C,F,J	1
I	Adaptació del catàleg al nou format	D,G,H	30
J	Anàlisi de les impremtes possibles: costos i volum de producció	A	3
L	Primera impressió	I	6
M	Revisió i modificació d'errades	L	12
N	Impressió de la primera edició	M	15

* S'ha de tenir en compte que totes les relacions de precedència entre las tasques son de inici a fi, és a dir, que la següent comença quan la anterior està acabada.

Es demana:

- Realitzar el diagrama de Pert i calcular: la durada del projecte, el camí crític, els marges de cada una de les tasques, i els temps més pròxim i més llunyans en que poden començar i acabar les tasques.

Després d'analitzar els resultats de l'apartat anterior, l'empresa OFMAT SA es planteja escurçar la durada d'aquest projecte. Per assolir aquest objectiu, es pretén escurçar el projecte, disminuint la durada de les tasques i tenint en compte que aquesta reducció de temps implica un cost addicional. En la taula següent s'exposa la relació durada/cost per cada tasca.

Codi de la Tasca	Descripció de la tasca	Durada Prevista	Cost de la tasca	Durada mínima possible	Cost d'escurçar la tasca 1 dia
		(dies)	(euros)	(dies)	(euros)

A	Recopilació dels catàlegs existents	3	480	2	550
B	Estudi per analitzar els productes en desús	8	640	6	760
C	Selecció dels productes en desús	1	200	1	200
D	Eliminació dels productes en desús dels catàlegs vells (generar un annex)	10	800	6	980
E	Estudi per analitzar els productes nous	5	400	3	520
F	Selecció dels nous productes	1	200	1	200
G	Codificació dels productes nous en els catàlegs vells	10	800	6	1.100
H	Reunió per l'elecció del nou format i de la editorial	1	320	1	320
I	Adaptació del catàleg al nou format	30	4.800	22	5.600
J	Anàlisi de les impremtes possibles: costos i volum de producció	3	240	2	280
L	Primera impressió	6	0	6	0
M	Revisió i modificació d'errades	12	1.900	7	2.400
N	Impressió de la primera edició	15	2.000	13	2.100

Es demana:

- b) Si l'empresa vol escurçar el projecte 10 dies, quina seria la millor opció per fer-ho? Quin cost addicional suposaria aquest escurçament?

Fins ara, no s'ha considerat la rellevància dels recursos per realitzar l'anàlisi del projecte. Però, tenint en compte que cada tasca té assignats els recursos assignats de la taula següent, es demana:

- c) Analitzar el nombre de recursos que son necessaris per dur a terme el projecte.
- d) Suposant que els recursos disponibles fossin limitats, com afectaria a la durada del projecte si només es disposés de 1 director, 1 enginyer de marketing i 2 assistents tècnics?

Codi de la Tasca	Descripció de la tasca	Recursos necessaris		
		Director	Enginyer marketing	Tècnics assistents
A	Recopilació dels catàlegs existents			2
B	Estudi per analitzar els productes en desús			1

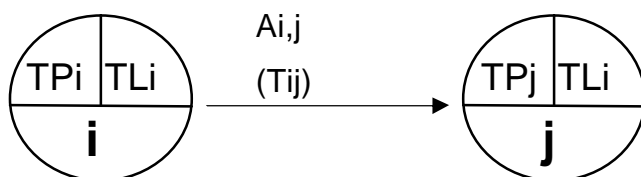
C	Selecció dels productes en desús		1	1
D	Eliminació dels productes en desús dels catàlegs vells (generar un annex)			1
E	Estudi per analitzar els productes nous			1
F	Selecció dels nous productes		1	1
G	Codificació dels productes nous en els catàlegs vells			1
H	Reunió per l'elecció del nou format i de la editorial	1	1	1
I	Adaptació del catàleg al nou format			2
J	Anàlisi de les impremtes possibles: costos i volum de producció			1
L	Primera impressió *			
M	Revisió i modificació d'errades			2
N	Impressió de la primera edició *			

* La tasques L i N no te recursos assignats perquè la impressió es realitza en una impremta externa i no necessita dels recursos humans de l'empresa.

SOLUCIÓ

a) *Realitzar el diagrama de Pert i calcular: la durada del projecte, el camí crític, els marges de cada una de les tasques, i els temps més pròxim i més llunyans en que poden començar i acabar les tasques.*

Amb la informació proporcionada en l'enunciat es realitzarà el diagrama de PERT i es calcularà la informació que la seva teoria implica. Es recorda que en el diagrama de PERT els paràmetres de càlcul i la simbologia emprada es la següent:



On TP simbolitza el temps més pròxim i TL simbolitza el temps més llunyà. Si el TP es troba a l'estat inicial i (TPi), significa el temps més pròxim en que pot començar l'activitat, mentre que si es troba en l'estat final j (TPj), significa el temps més pròxim en el que pot acabar l'activitat. De la mateixa forma, quan el TL es troba a l'estat inicial i, es a dir TLi, significa el temps més llunyà en que pot començar l'activitat, mentre que si es troba en l'estat final j, es a dir TLj, significa el temps més llunyà en el que pot acabar l'activitat. L'activitat que va entre els dos estats es simbolitza amb $A_{i,j}$ i la durada es representa amb T_{ij} .

Per calcular els TP i els TL de cada estat, s'aplicaran les regles següents:

$$t_j^p = \max [t_i^p + T_{i,j}], \forall i \quad \text{Es recorre el diagrama cap a davant, començant amb}$$

$$t_1^p = 0$$

$$t_i^l = \min [t_j^l - T_{i,j}], \forall j \quad \text{Es recorre el diagrama cap a darrera, començant amb}$$

$$t_n^l = t_n^p$$

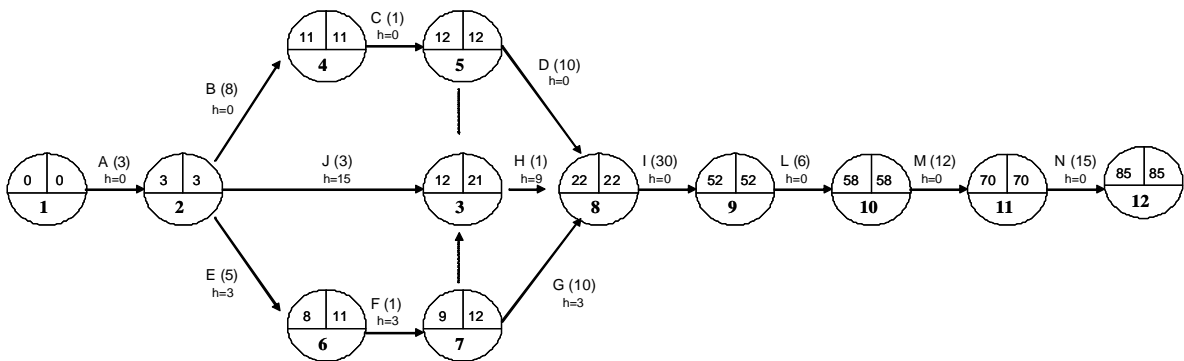
També es calcularan les folgances o marges de les activitats, tenint en compte que:

$$\text{La folgança de un estat } i \text{ es: } H_i = t_i^l - t_i^p$$

$$\text{La folgança total de una activitat es: } H^T [A_{i,j}] = t_j^l - (t_i^p + T_{i,j})$$

La ruta crítica seran el conjunt de activitats que tinguin folgança 0.

El resultat del diagrama resolt és el següent:



Del resultats s'observa:

- La durada del projecte es de 85 dies
- El camí crític es A-B-C-D-I-L-M-N
- Les tasques que no son crítiques i que es poden enrederir son: E, F, G, J i la H

El resultat dels temps més pròxim i més llunyans en que poden començar i acabar les tasques, juntament amb les folgances de cada una de elles es resumeixen en la taula següent.

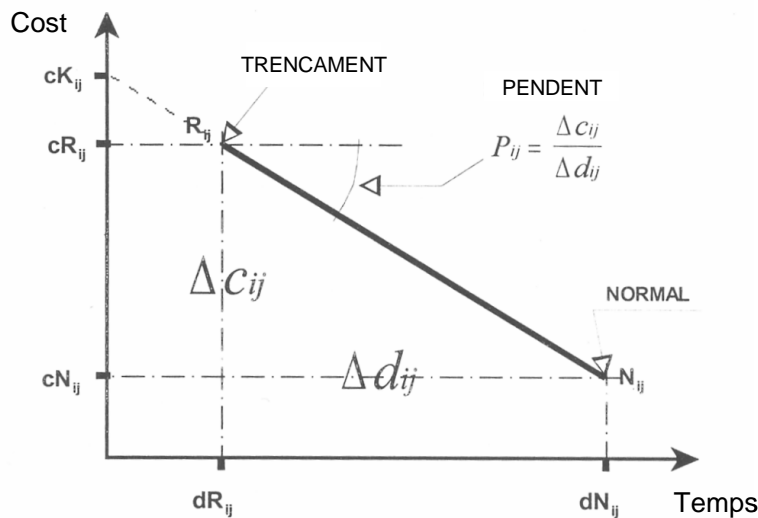
Tasca	Durada prevista (dies)	Temps més pròxims – llunyans (dies)				Folgança de las tasques (dies)
		TEi	TLi	TEj	TLj	
	Tij	TEi	TLi	TEj	TLj	Ht
A	3	0	0	3	3	0
B	8	3	3	11	11	0
C	1	11	11	12	12	0

D	10	12	12	22	22	0
E	5	3	3	8	11	3
F	1	8	11	9	12	3
G	10	9	12	19	22	3
H	1	12	21	22	22	9
I	30	22	22	52	52	0
J	3	3	3	12	21	15
L	6	52	52	58	58	0
M	12	58	58	70	70	0
N	15	70	70	85	85	0

b) Si l'empresa vol escurçar el projecte 10 dies, quina seria la millor opció per fer-ho? Quin cost adicional suposaria aquest escurçament?

El mètode que s'aplicarà per resoldre aquest apartat es el mètode de optimització de temps i cost (MCE, Minimun Cost Expediting) (Hillier, 1991). Aquest mètode argumenta que existeix una relació entre la durada d'una activitat i el cost associat a la mateixa. Disminuir la durada d'una tasca implica augmentar els recursos, i per tant els costos de la mateixa.

El mètode MEC declara que cada tasca té associada una relació de temps de durada i cost definida per dos punts: el punt normal i el punt de trencament. El punt normal correspon a la durada de la tasca considerant que els recursos necessaris per dur-la a terme son els recursos normals o disponibles, sense ajudes especials d'hores extres o d'augmentar els recursos, es a dir la durada prevista. El punt de trencament correspon a la durada de la tasca considerant que s'han incrementat els recursos assignats a dita tasca, per tal de poder-la dur a terme en menys temps del previst, es a dir la durada mínima possible. El punt normal (N_{ij}) i punt de trencament (R_{ij}), per una activitat ij , es poden representar gràficament de la següent forma:



En la gràfica s'observa que ambdós punts tenen associat un temps i un cost. La variable dN_{ij} és la duració de l'activitat en el punt normal N_{ij} , dR_{ij} és la duració de l'activitat en el punt de trencament R_{ij} , cN_{ij} és el cost de l'activitat en el punt normal N_{ij} i cR_{ij} és el cost de l'activitat en el punt de trencament R_{ij} .

Amb aquestes dades es pot calcular la pendent de la recta que defineixen les dos variables, cost (c_{ij}) i de duració (d_{ij}), d'una activitat ij . La pendent de la recta es simbolitza amb P_{ij} i representa el rati de cost associat a cada una de les tasques. El càlcul es al següent:

$$P_{ij} = \frac{\Delta c_{ij}}{\Delta d_{ij}}, \text{ en la que l'equació de la recta es defineix: } c_{ij} = cK_{ij} + P_{ij} \cdot d_{ij}.$$

Tenint en compte aquest part teòrica del mètode MEC, es procedirà a escurçar el temps del projecte, aplicant el mètode al diagrama de PERT, i es calcularà l'increment de cost que aquest canvi representa.

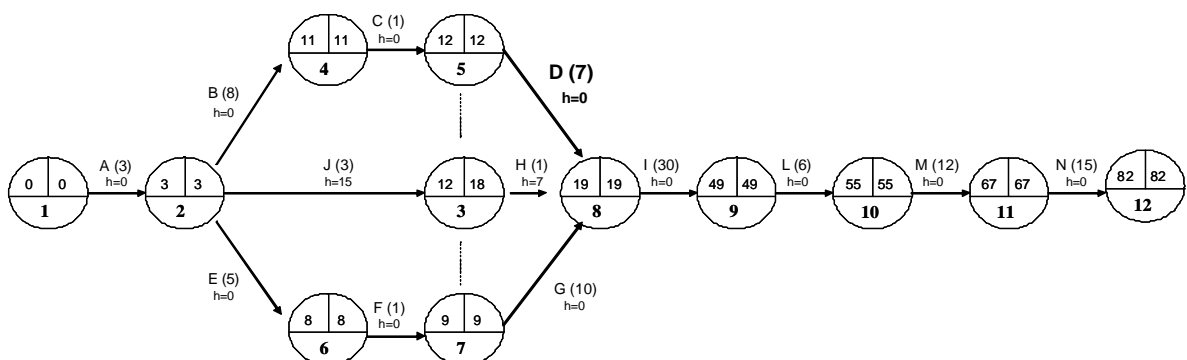
En primer lloc es calcularà la pendent de la recta, P_{ij} , que com s'ha comentat anteriorment es el cost associat per unitat de temps, a cada una de les tasques.

Codi de la Tasca	Durada Prevista (Durada normal, T_{ij}) (dies)	Cost de la tasca (Cost normal, cN) (euros)	Durada mínima possible (Durada ruptura, dR) (dies)	Cost d'escurçar la tasca 1 dia (Cost ruptura, cR) (euros)	Pendent (P_{ij})
A	3	480	2	550	70
B	8	640	6	760	60

C	1	200	1	200	0
D	10	800	6	980	45
E	5	400	3	520	60
F	1	200	1	200	0
G	10	800	6	1.100	75
H	1	320	1	320	0
I	30	4.800	22	5.600	100
J	3	240	2	280	40
L	6	0	6	0	0
M	12	1.900	6	2.500	100
N	15	2.000	13	2.500	250
	COST TOTAL	12.780 euros			

Per escurçar el temps del projecte el mètode indica que en primer lloc s'ha d'actuar sobre las tasques del camí crític. I d'elles s'ha d'actuar sobre les que tenen el rati de cost més baix. El valor màxim a reduir serà la folgança mínima de les rutes restants.

En la taula anterior es pot observar que la tasca del camí crític que té el rati de cost més baix és la tasca D, i que la durada màxima que es pot disminuir es la folgança mínima de les altres rutes, que en aquest cas es de 3 dies (veure el diagrama inicial). Per tant, en primer lloc es fa el primer canvi, es a dir que la tasca D tingui una durada de 7 dies i es fa el digrama un altre cop.



Amb aquestes condicions la durada del projecte es 82 dies i el cost addicional que suposa es de 3 dies per 45 euros/dia = 135 euros. Amb aquest canvi apareix un segon camí crític: A-E-F-G-I-L-M-N.

Però l'enunciat demana que es redueixi 10 dies el projecte, per tant s'ha de continuar disminuint la durada de les tasques per tal de assolir el temps demanat. De la mateixa forma que s'ha fet abans, es busca las tasques que tenen el rati de cost mes baix i que pertanyen al camí crític. En la taula següent es pot observa que les tasques que tenen un rati més baix son les de la part central del diagrama, les tasques A, B,D,E i G. Però degut que els dos camins crítics son paral·lels, la disminució de temps es faci en el camí superior també s'haurà de fer el en inferior, i per tant, amb aquesta opció, l'increment del cost vindrà de varies tasques.

Un altra opció que es pot plantejar, per escurçar el projecte 10 dies, seria disminuir la durada de les tasques I, M i N, perquè tot i que tenen un rati de cost més alt, potser al final el increment de cost no seria tant alt. Anem a analitzar cada una de les opcions:

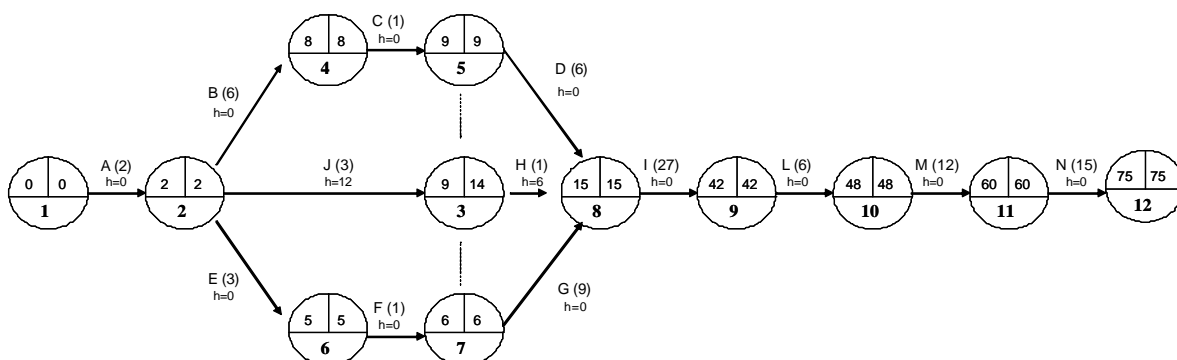
Codi de la Tasca	Durada Prevista (Durada normal, Tij)	Cost de la tasca (Cost normal, cN)	Durada escurçada al límit (Durada ruptura, dR)	Cost de la tasca l'escurçada (Cost ruptura, cR)	Pendent (Pij)
	<i>(dies)</i>	<i>(euros)</i>	<i>(dies)</i>	<i>(euros)</i>	
A	3	480	2	550	70
B	8	640	6	760	60
D	10	800	6	980	45
E	5	400	3	520	60
G	10	800	6	1100	75
I	30	4.800	22	5600	100
M	12	1.900	6	2500	100
N	15	2.000	13	2500	250

Per a la primera opció, de reduir els temps de les tasques centrals del diagrama, els resultats que s'obtenen son següents:

	Durada normal (dies)	Durada ruptura (dies)	Disminució possible (dies)	Disminució consumida (dies)	Disminució remanent (dies)	Increment cost (euros)
A	3	2	1	1	0	70

B	8	6	2	2	0	120
D	10	6	4	4	0	180
E	5	3	2	2	0	120
G	10	6	4	1	3	75
I	30	22	3	3	0	300
					DIES REDUITS	10
					COST ADICIONAL	865

En la taula s'observa que amb aquesta opció s'aconsegueix reduir 10 dies la durada del projecte, suposant un cost adicional de 865 euros, sobre el cost total de projecte. El diagrama de PERT considerant aquesta opció es el següent:

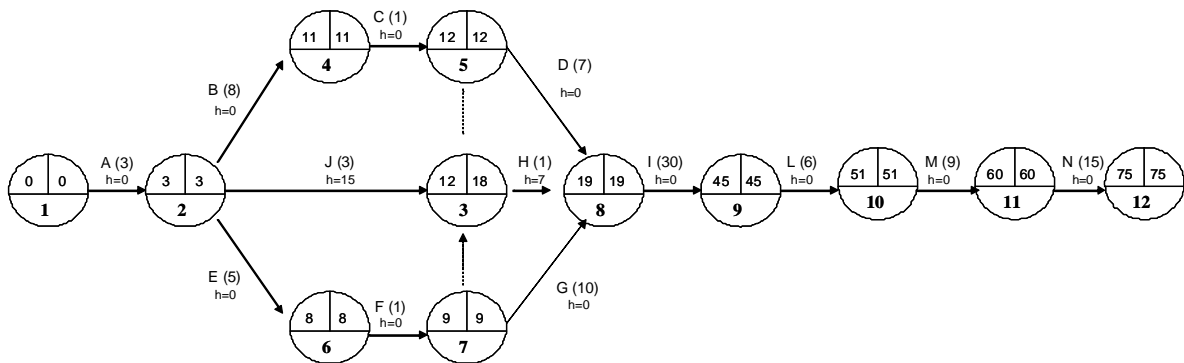


Per a la segona opció, de reduir els temps de les tasques no paral·leles del diagrama, els resultats son els següents:

	Durada normal (dies)	Durada ruptura (dies)	Disminució possible (dies)	Disminució consumida (dies)	Disminució remanent (dies)	Increment cost (euros)
A	3	2	1	1	0	70
D	10	6	4	3	0	135
I	30	22	3	3	0	300
M	12	6	6	3	3	300
N	15	13	2	0	2	0
					DIES REDUITS	10

					COST ADICIONAL	805
--	--	--	--	--	-----------------------	------------

En la taula s'observa que amb aquesta opció s'aconsegueix reduir 10 dies la durada del projecte, suposant un cost addicional de 805 euros, sobre el cost total de projecte. Es evident que aquesta opció resulta més econòmica que l'anterior. En conseqüència, es tria aquesta i es realitza el diagrama final.



c) *Analitzar el nombre de recursos que son necessaris per dur a terme el projecte.*

Per determinar el nombre de recursos necessaris, en primer lloc, s'analitzarà el diagrama de PERT del projecte. Per les tasques que no tenen ramals paral·lels, les tasques A, I, i M, s'haurà de contar els recursos necessaris per realitzar cada de cada una d'elles i triar-ne el valor màxim. (Es recorda que les tasques L i N no tenen recursos assignats)

Codi tasca	Recursos necessaris		
	Director	Enginyer de marketing	Tècnics assistents
A			2
I			2
J			1
M			2

En la taula s'observa que de moment es necessiten 2 tècnics assistents per a la realització del projecte.

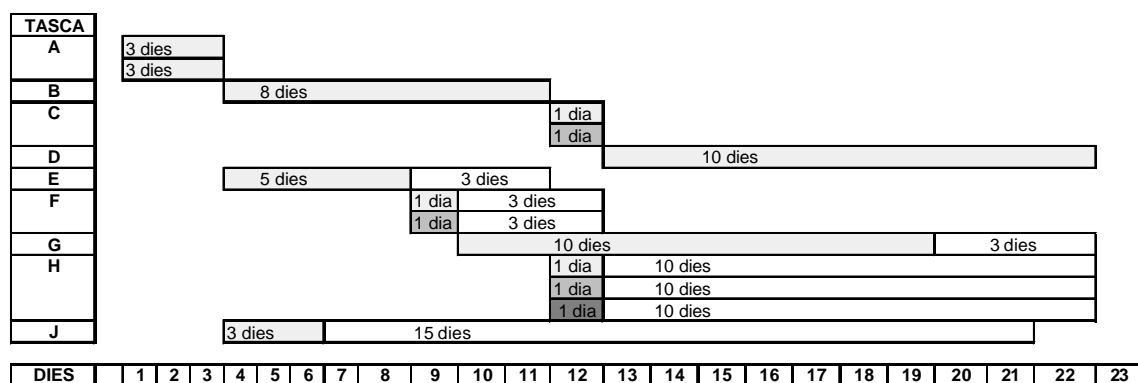
Per les tasques que tenen ramals paral·lels, les tasques B, C, D, E, F, G, J i H, s'haurà de representar mitjançant un diagrama de Gantt els recursos necessaris per cada

tasca, la durada de cada una d'elles i les seves folgances. El resum de las dades juntament amb el diagrama de Gantt s'exposen a continuació:

Codi tasca	Durada Prevista (dies)	Folgança (dies)	Recursos necessaris		
			Director	Enginyer marketing	Tècnics assistents
B	8	0			1
C	1	0		1	1
D	10	0			1
E	5	3			1
F	1	3		1	1
G	10	3			1
H	1	9	1	1	1
J	3	15			1

La representació del diagrama de Gantt es la següent:

Director	
Enginyer marketing	
Tècnics assistents	
Folgança	

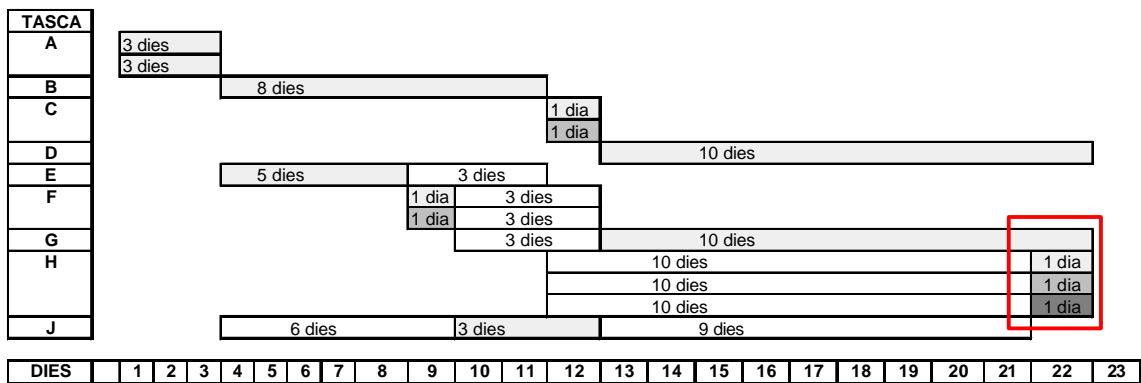


En el diagrama de Gantt s'observa que tot i intentar moure les tasques en funció de les seves folgances, el nombre de recursos per aquesta etapa del projecte seria: 1 director, 1 enginyer de marketing i 3 assistents tècnics. Contrastant aquest resultat amb el resultat de l'anàlisi anterior es conclou que aquest recursos són suficients per poder fer front a totes les tasques del projecte.

d) Suposant que els recursos disponibles fossin limitats, com afectaria a la durada del projecte si només es disposés de 1 director, 1 enginyer de marketing i 2 assistents tècnics?

Si els recursos estan limitats a: 1 director, 1 enginyer de marketing i 2 assistents tècnics, s'observa que tot i moure les tasques en funció de les folgances, no es pot realitzar el projecte amb aquest recursos. Per tant s'hauria d'endarrerir alguna de les tasques crítiques per poder realitzar el projecte. L'opció que genera menys enrederament, tenint en compte la limitació de recursos, consisteix en aplaçar la tasca H, tal i com es veu en la figura següent. D'aquesta forma el projecte s'allargaria un dia més de lo previst i la seva durada total seria de 86 dies.

Director	
Enginyer marketing	
Tècnics assistents	
Folgança	



AUTO SA

L'empresa AUTO SA desitja realitzar l'estudi del projecte que té per objectiu portar a terme el disseny d'un determinat cotxe de proves. Per aquest projecte es necessari dur a terme totes les tasques que s'assenyalen a continuació. S'hi inclou la descripció, la durada prevista, les predecessores de cada tasca, i el nombre d'enginyers i de mecànics necessaris per a la realització de cada tasca.

Codi de la Tasca	Descripció de la tasca	Durada Prevista	Tasques Predecessores*	Recursos necessaris	
				Enginyers	Mecànics
		(dies)			
A	Disseny	10	-	1	
B	Compra productes	3	A	1	
C	Construcció estructura	20	B		1
D	Construcció motor	10	B	1	
E	Muntatge	4	C, D		1
F	Prova estructural	5	E		1
G	Prova motor	2	E	1	
H	Prova conjunt	2	E	1	
I	Prova final	8	F, G, H	1	1

* S'ha de tenir en compte que totes les relacions de precedència entre las tasques son de inici a fi, és a dir, que la següent comença quan la anterior està acabada.

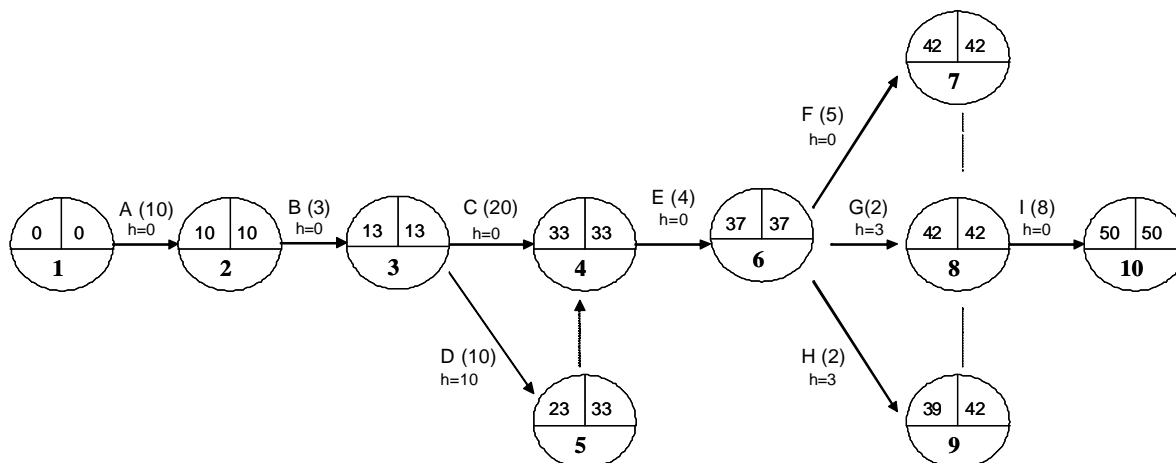
Es demana:

- Construir el diagrama de Pert d'aquest projecte, assenyalant quines tasques són del camí crític. Què diferència les tasques del camí crític de les que no ho són?
- Quants dies es tardarà com a mínim a portar a terme tot el projecte?
- Quina és la tasca que menys preocupa si es comença a temps o no? Quants dies es pot retardar respecte el primer dia que es podria començar?
- Si calgués avançar la data de finalització del projecte en dos dies, què es podria fer?
- Quants recursos serien necessàries per dur a terme el projecte amb la durada prevista?. A tal efecte, utilitzar el diagrama de Gantt

SOLUCIÓ

- Construir el diagrama de Pert d'aquest projecte, assenyalant quines tasques són del camí crític. Què diferència les tasques del camí crític de les que no ho són?

Seguint la teoria que s'ha comentat en l'exercici anterior es construeix el diagrama de Pert, juntament amb les seves dades associades.



En el diagrama s'observa que les tasques crítiques (o ruta crítica) són: A-B-C-E-F-I. La diferència entre les tasques crítiques de les que no ho són és que la folgança de les tasques crítiques és 0, mentre que les altres són diferents de 0.

b) *Quants dies es tardarà com a mínim a portar a terme tot el projecte?*

La durada del projecte s'observa en el diagrama de PERT i és de 50 dies.

c) *Quina és la tasca que menys preocupa si es comença a temps o no? Quants dies es pot retardar respecte el primer dia que es podria començar?*

La tasca que menys preocupa si es comença a temps o no, és la tasca D, perquè és la tasca que té la folgança més gran, de 10 dies concretament.

Codi de la Tasca	Folgança de les tasques (dies)
D	10
G	3
H	3

d) *Si calgués avançar la data de finalització del projecte en dos dies, què es podria fer?*

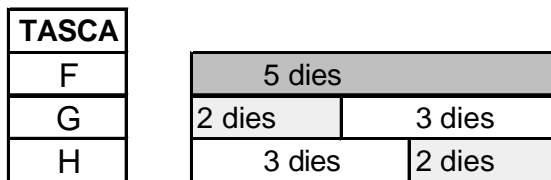
Tal i com indica el mètode MCE (Minimun Cost Expediting, Hillier, 1991) una de les opcions per poder modificar la data final del projecte consisteix en modificar la durada de les tasques. En aquest cas no es considera el cost addicional que aquesta reducció de la durada de les tasques pot suposar, però tal i com el mètode indica, per escurçar el temps del projecte s'ha d'actuar sobre les tasques del camí crític i considerar que el valor màxim a reduir serà la folgança mínima de les tasques restants. Tal i com s'observa en la taula de les folgances, la folgança mínima és 3 dies. Per tant es pot escurçar el projecte tres dies escurçant una de les tasques crítiques, com per exemple podria ser la tasca més llarga, D. Amb aquest canvi la durada total del projecte seria de 47 dies.

e) Quants recursos serien necessàries per dur a terme el projecte amb la durada prevista?
 A tal efecte, utilitzar el diagrama de Gantt

Per determinar el nombre de recursos necessaris, en primer lloc, s'analitzarà el diagrama de PERT del projecte. Per les tasques que no tenen ramals paral·lels, les tasques A,B,E,i I, s'haurà de contar els recursos necessaris per realitzar cada de cada una d'elles i triar-ne el valor màxim. Per tant, de moment, amb 1 enginyer i 1 mecànic seria suficient.

Per les tasques que tenen ramals paral·lels s'haurà de representar mitjançant un diagrama de Gantt els recursos necessaris per cada tasca, la durada de cada una d'elles i les seves folganças. Analitzant les dos primeres tasques que son paral·leles, C i D, s'observa que els recursos son diferents, per tant no es necessari fer cap representació gràfica. Mentre que per les altres tasques paral·lels, la F, G i la H, es millor fer el diagrama per analitzar la situació dels recursos.

Mecànic	
Enginyers	
Folgança	



DIES		37	38	39	40	41
-------------	--	----	----	----	----	----

S'observa que amb un enginyer es suficient, ja que les taques tenen folgança i es poden fer seqüencialment, sense afectar a la durada del projecte. Finalment es conclou que per realitzar el projecte segons la durada inicial, amb 1 mecànic i 1 enginyer es suficient.

TOT-DISSENY SA

L'enginyeria TOT-DISSENY SA, dedicada al disseny d'interior de centres comercials i d'habitatges, ha de realitzar un projecte per decorar una botiga de venda de roba d'alta costura.

Per aquest projecte es necessari dur a terme totes les tasques que s'assenyalen a continuació. S'hi inclou la descripció, la durada prevista, les predecessores de cada tasca, així com els recursos necessaris per a cada tasca.

Codi de la Tasca	Descripció de la tasca	Durada Prevista	Tasques Predecessores*	Recursos Necessaris	
				Dissenyador	Dibuixant
		(dies)			
A	Anàlisi del local i amidaments del local	1		1	1
B	Realitzar el dibuix del local comercial	3	A		1
C	Reunió amb el client per capturar les seves expectatives.	1	A	1	
D	Disseny preliminar de la distribució en planta (esbossos)	4	B;C	1	1
E	Disseny preliminar dels detalls d'acabat i mobiliari	7	D	1	1
F	Recerca de proveïdors i fabricants d'acabats i mobiliari	3	D		1
G	Pressupost preliminar	2	E;F		1
H	Reunió amb el client per mostrar el disseny preliminar	1	G	1	
I	Retocs de disseny	4	H		1
J	Reunió per aprovar el disseny final del interior del local	1	I	1	
K	Finalització i lliurament del disseny definitiu	3	J		1

* S'ha de tenir en compte que totes les relacions de precedència entre las tasques son de inici a fi, és a dir, que la següent comença quan la anterior està acabada.

La relació durada/cost per a cada tasca per poder escurçar la durada del projecte s'exposa a continuació:

Codi de la Tasca	Descripció de la tasca	Durada Prevista	Cost de la tasca	Durada mínima possible	Cost d'escurçar la tasca 1 dia

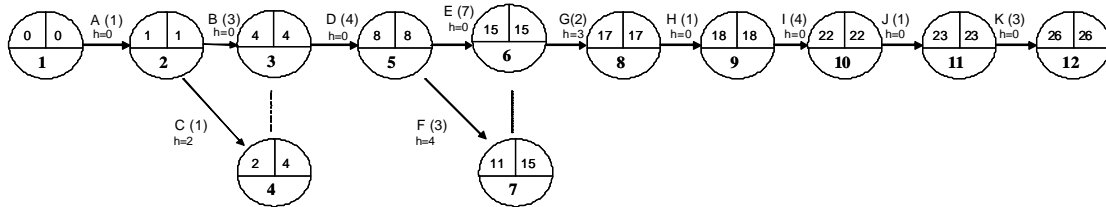
		(dies)	(euros)	(dies)	(euros)
A	Anàlisi del local i amidaments del local	1	400	1	400
B	Realitzar el dibuix del local comercial	3	480	2	570
C	Reunió amb el client per capturar les seves expectatives.	1	240	1	240
D	Disseny preliminar de la distribució en planta (esbossos)	4	1.600	2	1.920
E	Disseny preliminar dels detalls d'acabat i mobiliari	7	2.800	4	3.280
F	Recerca de proveïdors i fabricants d'acabats i mobiliari	3	720	2	870
G	Pressupost preliminar	2	320	1	425
H	Reunió amb el client per mostrar el disseny preliminar	1	240	1	240
I	Retocs de disseny	4	640	2	990
J	Reunió per aprovar el disseny final del interior del local	1	240	1	240
K	Finalització i lliurament del disseny definitiu	3	480	2	580

Considerant la informació que es proporciona en les taules, es demana:

- Realitzar el diagrama de Pert i calcular: la durada del projecte, el camí crític, els marges (o folgances) de cada una de les tasques.
- Analitzar el nombre de recursos que son necessaris per dur a terme el projecte.
- Suposant que els recursos disponibles fossin limitats, com afectaria a la durada del projecte si només es disposés d'1 dissenyador i 1 dibuixant?
- Si l'empresa vol escurçar el projecte 5 dies, quina seria la millor opció per fer-ho? Quin cost addicional suposaria aquest escurçament?
- Quin és el màxim temps que es podria escurçar el projecte, i quin cost en resultaria?

SOLUCIÓ

- La durada es de 26 dies. El camí crític correspon a les tasques: A-B-D-E-G-H-I-J-K. Totes les tasques del camí crític tenen folgança 0 i la folgança de les tasques no crítiques son C(2 dies) i F (4 dies). El diagrama de Pert es:



- 1 dissenyador i 2 dibuixants.
- El projecte s'hauria d'allargar 3 dies a causa de les tasques E i F.
- Escurçar: tasca B (1 dia), K (1 dia), G (1 dia) y D o E (1 dia). El cost adicional es: 615 euros.
- 10 dies: tasca B (1 dia), D (2 dia), E (3 dia), G (1 dia), I (1 dia) y K (1 dia). El cost adicional es: 1.445 euros.