

Guies de gestió de la innovació

Producció i logística

El text pot ser reproduït total o parcialment prèvia autorització del Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM). Pel que fa al disseny gràfic i artístic es reserven tots els drets.

© Generalitat de Catalunya
Departament de Treball, Indústria, Comerç i Turisme
Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM)
Passeig de Gràcia 129
08008 Barcelona
Tel. 93 476 72 00
info@cidem.gencat.net
www.cidem.com

Autors: Equip de professors d'ESADE
Coordinat per: Xavier Ferràs del CIDEM
Disseny i realització:
Una y Media Massmedia S.L.
Pallars 147 3er, 08018 Barcelona
Tel. 93 300 92 97
www.unaymedia.com

1ª edició: abril de 2003
Edició: 2000 exemplars

“Si els anys 80 van ser temps de qualitat i els 90 de re-enginyeria, els 2000 seran temps de velocitat.”

Bill Gates, 1999
Business @ the speed of thought

Agraïments

Aquesta publicació ha estat elaborada per l'equip de professors titulars i associats del Departament de Direcció d'Operacions i Innovació d'ESADE, en el marc de les accions del Pla d'innovació de Catalunya 2001-2004.

El Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM) ha considerat molt interessant elaborar un document que permeti al teixit empresarial català replantejar-se la seva estratègia d'operacions, a partir d'un enfocament innovador i una visió general de les modernes tècniques de gestió dels processos operatius. En aquest sentit, volem agrair la contribució tant de totes les empreses, institucions i persones que ens han ajudat a desenvolupar aquest treball, com d'aquelles que ens han servit de model per als exemples que figuren en aquesta publicació.

Jaume Hugas,

director dels programes MBA d'ESADE, professor del Departament de Direcció d'Operacions i Innovació d'ESADE i responsable de la publicació. des de ESADE

Miquel Àngel Heras,

director del Departament de Direcció d'Operacions i Innovació d'ESADE

Ignasi Puig,

director de Logística de Hewlett-Packard, divisió d'impressores, a Sant Cugat del Vallès

Víctor Iglesias,

responsable de Producció i Muntatge de SEAT a Martorell

Carles Roig,

professor del Departament de Direcció d'Operacions i Innovació d'ESADE

Enric Segarra,

professor del Departament de Direcció d'Operacions i Innovació d'ESADE

Josep Maria Sabadell,

director de Desenvolupament de Negoci de SAP Espanya

Joan Ramis,

professor del Departament de Direcció d'Operacions i Innovació d'ESADE

	Introducció: La gestió de la innovació	9
1	Un marc innovador per a definir l'estratègia d'operacions	10
1.1	La direcció d'operacions	10
1.2	L'estratègia d'operacions en el marc de l'estratègia empresarial	11
1.3	Les decisions estructurals i infraestructurals de l'estratègia d'operacions	14
1.4	La direcció d'operacions en l'organigrama de les empreses	21
1.5	La direcció per processos	21
1.6	Indicadors i sistemes d'indicadors	26
1.7	Conclusions	26
2	Els nous reptes de la funció de compres	28
2.1	La funció de compres a l'empresa actual	28
2.2	Les responsabilitats de la funció de compres	32
2.3	Desenvolupament de l'estratègia de compres	32
2.3.1	Alineament d'objectius de l'empresa a la funció de compres	33
2.3.2	Segmentació dels productes i serveis comprats	35
2.3.3	Realització d'estudis de mercat	37
2.3.4	Elaboració de l'estratègia de compres	38
2.4	Implantació de l'estratègia de compres	41
2.4.1	La participació de la funció de compres en el procés de disseny de nous productes	42
2.4.2	L'aprovisionament com a eina competitiva en el procés de compres	44
2.5	Mesures de la funció de compres	47
2.5.1	Indicadors	47
2.5.2	Valoració de proveïdors	50
2.6	Conclusions	50
3	Sistemes de producció	53
3.1	Introducció	53
3.2	Indicadors d'un sistema de producció	55
3.3	Lean manufacturing. Sistemes de producció ajustats	57
3.3.1	Sistemes d'arrossegament o d'empenta (pull vs. push)	58
3.3.2	Ajornament (postponement)	62
3.3.3	DEMAMC (definir, mesurar, analitzar, millorar i controlar)	62
3.3.4	TPM i SMED	63
3.3.5	Distribució en planta senzilla i transparent	67
3.4	Producció ajustada o àgil (lean vs agile)	69
3.5	Procés d'implantació	70
3.6	Tecnologies de la producció	71
3.7	Conclusions	72

4	Nous avenços de la logística de distribució	74
4.1	La logística i la cadena de subministrament	74
4.1.1	El procés d'integració de la logística i la gestió de la cadena de subministrament	75
4.1.2	Factors per a la determinació d'una estratègia logística	77
4.1.3	La logística i la gestió de la cadena de subministrament en les pimes	80
4.2	Implantació de programes de superioritat logística: la gestió eficaç del sistema temps-servei-cost	81
4.2.1	Models per a la gestió del sistema temps-servei-cost	83
4.2.1.1	Model d'estratègies logístiques basades en el cicle de vida del producte	83
4.2.1.2	Model per determinar la millor cadena de subministrament per a un producte	87
4.2.1.3	Model agile enfront de model lean	89
4.3	Organitzar la competitivitat de la logística	93
4.4	Conclusions	96
5	Planificació i control de la cadena de subministrament	104
5.1	Definició de planificació i objectius	104
5.2	Sistemes per a la gestió de les operacions	106
5.3	Sistema MRP-II de planificació i control	108
5.4	Exemple de lògica de càlcul MRP	111
5.5	Planificació de la cadena de subministrament	114
5.5.1	Requisits	114
5.5.2	Tipus de planificació i mètodes	115
5.5.3	Previsions de la demanda	116
5.5.4	Planificació agregada	118
5.5.5	La gestió d'estocs	119
5.5.5.1	Models d'estoc per la demanda independent	119
5.5.5.1.1	Models de quantitat fixa de comanda	120
5.5.5.1.2	L'estoc de seguretat i el punt de petició	121
5.5.5.1.3	Models de periodificació de temps fix	122
5.5.5.2	Models d'estoc per la demanda dependent. Ús de la lògica MRP	122
5.5.6	Planificació de necessitats de capacitat	123
5.5.7	Programació detallada d'operacions (optimització)	124
5.5.8	Planificació del transport	125
5.5.9	Execució i control d'operacions	127
5.5.10	Conclusions de planificació de la cadena de subministrament	130
	Bibliografia	135

Introducció : la gestió de la innovació

Aquest document forma part d'un seguit de publicacions que pretenen difondre el cos metodològic bàsic necessari per gestionar de forma eficient i innovadora les organitzacions en el marc del segle XXI.

La innovació és el nou gran repte que les nostres empreses afronten. En la mesura que la pressió competitiva creix i que el mercat se sofisticava i es torna més exigent, les empreses han d'anar reconfigurant contínuament la cartera de productes, els mètodes operatius, els enfocaments de mercat i el procés d'adquisició de tecnologia. En aquest sentit, als darrers anys el CIDEM ha fet un esforç per difondre un model de gestió de la innovació que permeti respondre, amb eines metodològiques, aquesta necessitat de reinvenió continua de l'empresa.

Aquest model, derivat del que han proposat els professors Voss, Chiesa i Coughlan de la London Business School, es representa de la manera següent:

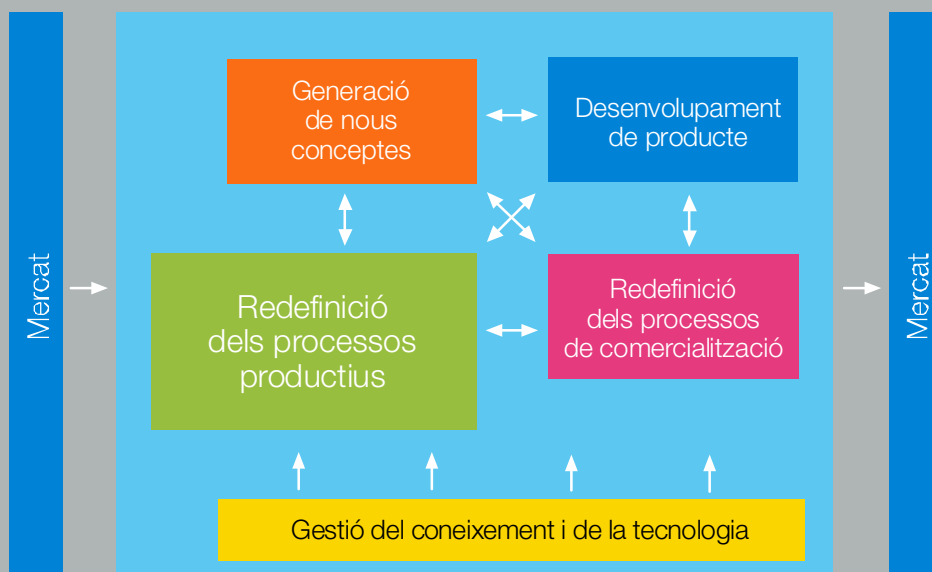


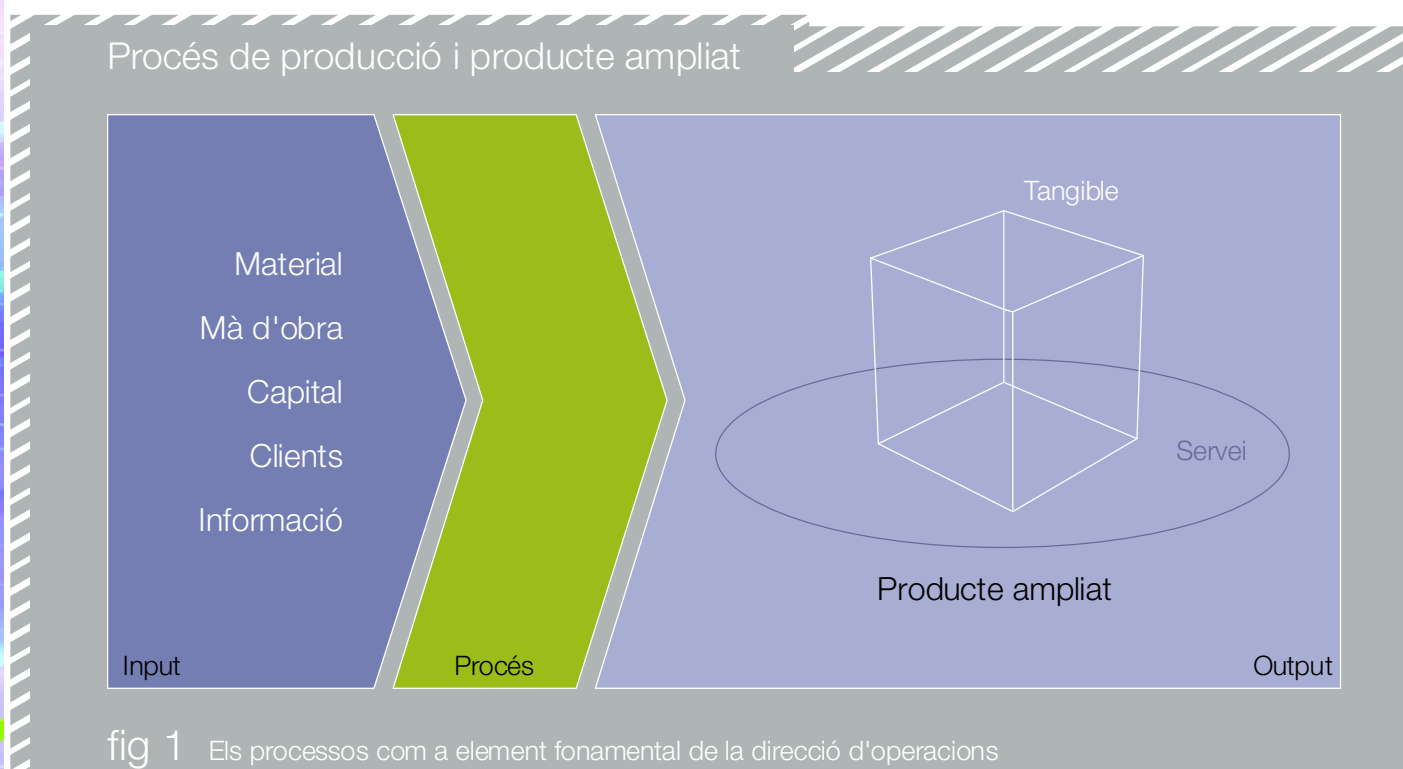
fig 1 Guia de gestió de la innovació, CIDEM, 1999

El tema que ara ens ocupa aborda la necessitat de redefinir processos productius i logístics. És a dir, tracta de com enfocar, de forma innovadora i competitiva, els processos operatius de l'empresa, tot fent un repàs del nou marc del plantejament estratègic de les operacions, les noves tècniques de segmentació de compres, els conceptes de producció ajustada (*lean manufacturing*) i operacions àgils (*agile operations*), la logística com a font d'avantatge competitiu, i la necessitat d'instrumentar eines informatitzades de planificació de la cadena de subministrament. Així mateix, es fa un èmfasi especial en la perspectiva de competitivitat entre cadenes senceres de subministrament, tot cercant entorns estables de col·laboració amb els proveïdors i els clients (que també han d'afectar les activitats d'R+D).

1 Un marc innovador per a definir l'estratègia d'operacions

1.1 La direcció d'operacions

La direcció d'operacions és la funció de l'empresa que s'ocupa de la gestió dels processos mitjançant els quals un seguit d'elements que constitueixen entrades a aquests processos (materials, mà d'obra, capital, informació, el mateix client, etc.) es transformen en productes que tenen un valor per als clients superior al que tenien les entrades al procés. Aquests productes són els béns i serveis que les persones compren i usen cada dia, des d'esquís a màquines de rentar i des de serveis sanitaris a serveis turístics. Els processos estan formats per un seguit d'activitats relacionades i seqüencials, que poden ser tan diferents les unes de les altres com ho són les de muntatge, control i embalatge en un procés fabril i les de facturació, embarcament i vol en un procés de transport d'una línia aèria.



La distinció clàssica entre empreses industrials i empreses de serveis cada vegada té menys valor. En l'economia actual les empreses manufactureres han de ser híbrides. No solament han de ser excel·lents en els aspectes físics del producte; també necessiten actuar com a hàbils subministradores de serveis. Es va cap a productes ampliat que combinin una part tangible, el producte clàssic, amb una altra part de servei. La figura 2 mostra dos exemples de productes ampliat. En el primer, corresponent a un hospital, la part tangible la constitueix la curació del malalt i al voltant s'hi articula el servei, que té com a elements integrants els de restauració, neteja, informació dels metges i de les infermeres, etc. En el segon, relatiu a una companyia industrial del sector d'automoció, la part tangible la constitueix el vehicle i al voltant s'hi estructura el servei format pel lliurament, les condicions de finançament, la garantia, les revisions, etc. Els atributs relatius a aquesta part de serveis estan adquirint cada vegada més importància en sectors industrials clàssics com és ara el d'automoció.

Exemples de producte ampliat



fig 2 Productes ampliat corresponents a una empresa de serveis i a una d'industrial

1.2 L'estratègia d'operacions en el marc de l'estratègia empresarial

S'entén per estratègia empresarial la determinació dels objectius que l'empresa vol assolir d'acord amb la seva visió de futur i responent a les prioritats competitives, així com les vies que ha de seguir per arribar a aquests objectius des de la situació actual, que és la que reflecteix la seva missió.

L'estratègia d'operacions és una estratègia funcional que en el marc de l'estratègia general de la companyia planteja i desenvolupa objectius per a l'àrea d'operacions, que han de donar suport a l'estratègia empresarial i ser coherents amb els d'altres àrees funcionals (màrqueting, finances, recursos humans, etc.). Aquesta estratègia ha de donar resposta a les prioritats competitives d'operacions, de la figura 3, que són:

Innovació. Entesa com la capacitat sistemàtica de generar productes o serveis nous, o produir els mateixos productes i serveis de maneres diferents. Exemples: Hewlett-Packard, Philips, Nokia, Microsoft, Amena, DKV-Previa, Caprabo, Indo, Zara, etc.

Flexibilitat. Entesa com a capacitat de reacció davant de canvis en l'entorn. Les companyies seran més flexibles com més redueixin els terminis. Es parla de flexibilitat en el volum de producció, en la gamma de productes, en el llançament de nous productes, en les plantilles, etc. Pepsico, Nokia, Siebel són exemples de companyies flexibles.

Qualitat. Entesa com a grau de satisfacció de les necessitats i expectatives dels clients amb els productes ampliat. Aquesta satisfacció s'aconsegueix per mitjà de les característiques d'aquests productes ampliat: especificacions tècniques, característiques físiques, temps de resposta, amabilitat en el servei, empatia, etc. Entre les empreses industrials que donen una gran importància a aquesta prioritat hi ha Mercedes, BMW, Rolls-Royce, Rolex, Ritz-Carlton, Singapore Airlines, etc.

Servei. El servei el marca el grau de compliment dels compromisos adquirits, pel que fa a termini d'entrega, a quantitats, a preus, etc. IBM defineix la seva visió com a “excel·lència en el servei al client”, i empreses com és ara Telepizza i les oficines de “la Caixa” el tenen com una prioritat clau.

Cost. Tradicionalment l'alta direcció ha considerat que una bona estratègia d'operacions s'havia de traduir en disminucions importants de costos —cal no oblidar que l'àrea d'operacions sol ser propietària de la major part dels actius empresarials. Com a empreses que prioritzen els costos en la seva estratègia es poden esmentar els casos del fabricant d'electrodomèstics Samsung, el detallista Dia i l'empresa de menjar ràpid McDonald's.

Les prioritats competitives d'operacions

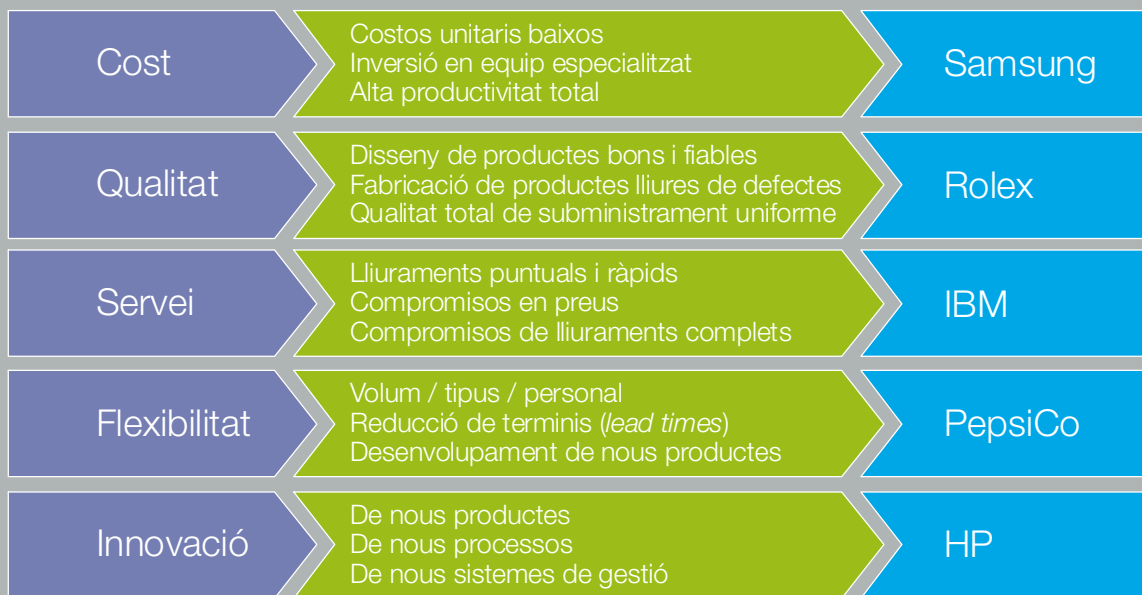


fig 3 Les prioritats competitives d'operacions

A la vista de les àrees anteriors, podrà competir en totes al mateix temps una empresa? Si bé n'hi haurà algunes en què una millora en una àrea n'afectarà de manera simultània d'altres —per exemple: que una empresa industrial redueixi el percentatge de rebuigs tindrà un impacte favorable en cost i flexibilitat—, en general la resposta és no. Les empreses han d'enfocar els esforços a prioritzar algunes àrees. Així, les companyies del sector del menjar ràpid els enfoquen al cost i el servei o empreses com és ara BMW, a la qualitat de les prestacions i a la innovació.

En el sector del transport aeri, si volem competir en innovació haurem de començar a preveure perspectives de futur (transbordadors per anar a l'espai). Si la nostra variable competitiva principal és la flexibilitat, l'helicòpter serà possiblement el millor mitjà. Si volem competir en qualitat, segurament tindrem ja avions Concorde i si, per contra, ens volem dedicar principalment a la variable servei, tindrem una empresa de jets de lloguer. És clar que, si la nostra variable competitiva principal és el cost, ja fa temps que operarem amb Jumbos i avions grans. Haurem de triar, doncs, amb quines variables competitives volem ser millors que els nostres competidors.

A més, aquestes prioritats competitives evolucionen d'acord amb la posició en el cicle de vida del producte, com mostra la figura 4. En la fase inicial d'introducció cal produir una gran varietat de productes en volums baixos; hi ha pocs competidors i de poca importància. És més important

adaptar-se als canvis en l'entorn captant les expectatives i necessitats dels clients (flexibilitat) i llançar diferents productes de manera ràpida (innovació). En aquest cas es troben la nova tecnologia de telefonia mòbil UMTS i la televisió digital. És clar que aquesta àrea, en els actuals moments de mercat global, és la més important, raó per la qual les variables competitives innovació i flexibilitat són les que aportaran més valor afegit a les nostres línies de productes.

En la segona etapa de creixement, el volum i l'estandardització són creixents, i apareixen molts competidors dels quals cal defensar-se. S'ha de ser flexible per a adaptar-se a necessitats de capacitat i, alhora, s'ha d'estar molt atent a la qualitat, ja que els errors en aquesta fase són molt crítics per a l'evolució futura del producte. El vídeo digital enregistrador també de VHS es troba en aquesta etapa. Encara que la qualitat és important durant tot el cicle de vida del producte, en aquesta etapa és clau, ja que estem parlant de la dimensió de qualitat de producte.

L'etapa següent correspon a la maduresa. Ja hi ha un disseny dominant que segueixen les diferents empreses. Els volums són alts i ja queden poques empreses i grans. És més important produir barat (cost) i estar a punt quan el client ho necessita (servei). Seguint amb els sectors anteriors, és l'etapa en què es troben el vídeo VHS, la televisió en color, el telèfon mòbil convencional, etc. Aquí la dimensió important de la qualitat serà la qualitat de procés, per produir productes ampliat sempre iguals.

Cicle de vida del producte i competitivitat des d'operacions

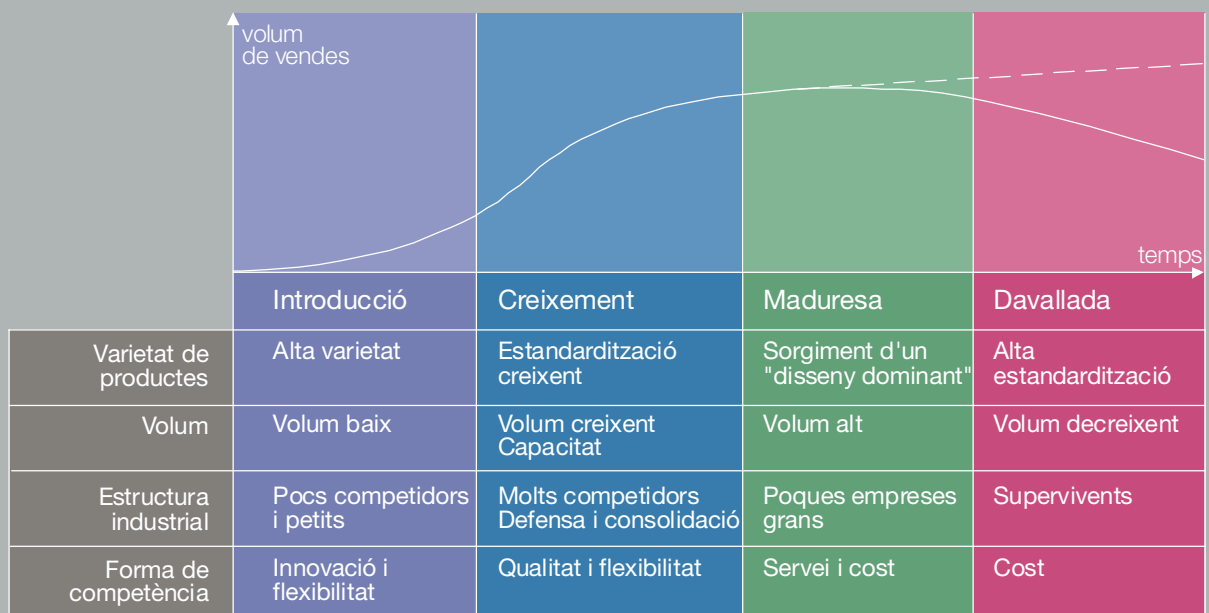


fig 4 Evolució de les prioritats competitives d'acord amb el cicle de vida del producte

Finalment, s'arriba a la davallada. S'està davant de volums decreixents amb una alta estandardització i queden pocs productors supervivents. Aquest estadi és el que correspon al cas dels televisors en blanc i negre, els discos de vinil, les màquines d'escriure, etc. La prioritat competitiva fonamental és el cost, i les companyies han de repercutir en el preu les reduccions de cost. Per evitar arribar a aquesta etapa de caiguda de les vendes són molt importants els processos d'innovació tant en productes, com en processos de fabricació, com en sistemes de gestió, ja que ens ajudaran molt a mantenir les vendes estables, i fins i tot que tornin a pujar, tal com podem veure al final de la figura 4.

Tanmateix, en la mesura en què s'intensifica la pressió competitiva, els productes surten al mercat i esdevenen obsolets cada vegada en menys temps. La manera de mantenir-se passa sovint per ser capaç d'establir un ritme elevat de nous llançaments de producte (figura 5).

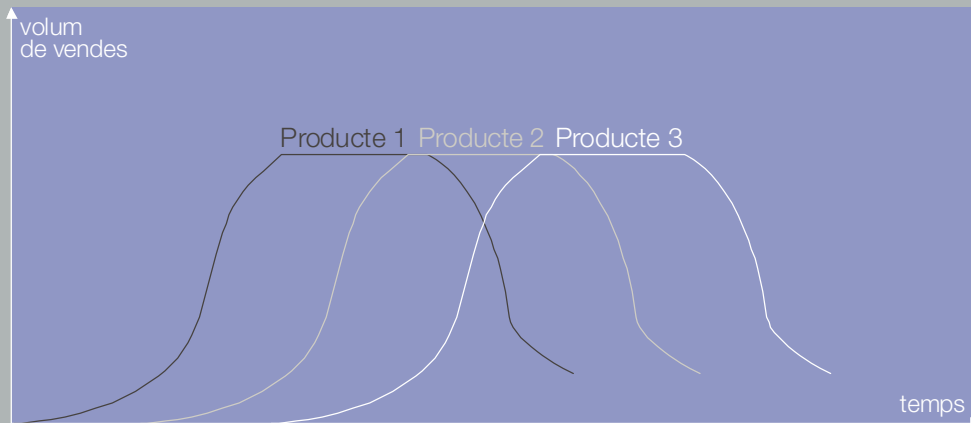


fig 5 Llançament constant de nous productes

1.3 Les decisions estructurals i infraestructurals de l'estratègia d'operacions

L'estratègia d'operacions s'especifica en un seguit de decisions que ha de prendre l'equip de direcció de l'empresa, anomenades decisions estructurals i infraestructurals (1). La interacció entre la direcció de màrqueting i la direcció d'operacions és fonamental per a la qualitat d'aquestes decisions. La figura 6 mostra com l'estratègia d'operacions dóna suport a les altres funcions i a l'estratègia general del negoci, i com es concreta en decisions estructurals i infraestructurals.

Les decisions estructurals, anomenades també de *hardware*, en línies generals tenen més continuïtat en el temps, porten associat un volum d'inversió superior i són més fàcils de copiar pels competidors. Són les següents:

Capacitat. Fa referència al volum de producció. Sempre hi ha d'haver un referent temporal, que normalment és l'any. La capacitat ha de ser realista i sostenible en el període de referència. La definició de la capacitat varia segons el tipus d'empresa. Així, les empreses d'automoció la mesuren pel nombre de vehicles per any, els hospitals, pel nombre màxim de pacients que poden ser tractats, un hotel, pel nombre d'habitacions disponibles i un taller, pel nombre d'hores màquina disponibles. Una realitat de les organitzacions és que el cost unitari dels productes i serveis disminueix quan el volum de producció augmenta. Aquesta particularitat es coneix com a economia d'escala i és deguda al fet que els costos fixos es distribueixen entre més unitats, a la reducció del cost dels materials comprats i a l'optimització dels processos.

Localització dels centres productius i logístics. On s'emplaçaran les instal·lacions? Com es dissenyaran les xarxes de distribució amb els seus magatzems i xarxes de transports? Quins

(1) Aquest model de l'estratègia d'operacions basat en les decisions estructurals i infraestructurals va ser desenvolupat per Hayes, Wheelwright i Clark, professors de la Harvard Business School, en els llibres *Restoring our competitive Edge: Competing through Manufacturing* i *Dynamic Manufacturing*, publicats per Free Press, de Nova York, els anys 1984 i 1988, respectivament.

Els nivells estratègics i l'estratègia d'operacions

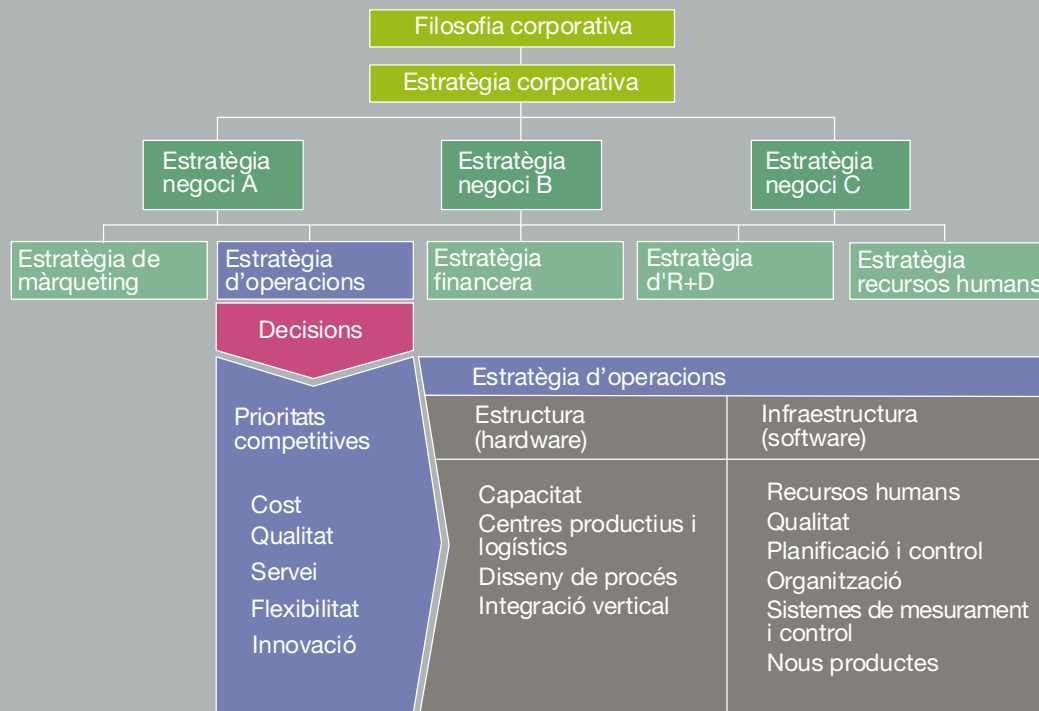


fig 6 Decisions estructurals i infraestructurals de l'estratègia d'operacions

factors van tenir en compte Hewlett-Packard, Samsung o la cadena Ritz-Carlton (que gestiona l'Hotel Arts) que van preferir instal·lar-se a Catalunya enfront d'altres alternatives? Entre aquests factors hi ha la proximitat als mercats, el clima laboral, l'existència de proveïdors, l'alta capacitat d'innovació, la infraestructura viària, els costos fiscals, el cost de la construcció, les possibilitats d'expansió, la qualitat de les nostres universitats, etc.

Disseny de procés. Segons les prioritats competitives que consideri l'empresa, la naturalesa del producte i el volum de producció, s'instal·la un dels cinc tipus de processos següents, que seran comentats més endavant: projecte, taller, procés discontinu, línia de muntatge i planta processadora. El grau d'automatització dins del procés escollit estarà vinculat al volum de producció.

Integració vertical i compres. Mesura en quin grau l'empresa porta a cap les operacions de producció o les subcontracta. Una empresa que doni a fer a tercers bona part de les activitats tindrà un grau d'integració vertical baix. El grau d'integració vertical és resultat de les decisions de fabricar o comprar que la companyia va prenent en el transcurs de la seva activitat. Les decisions de comprar que comportin una disminució del grau d'integració s'han de prendre no solament basant-se en aspectes quantitatius com és ara la diferència entre els costos variables interns i el preu de l'oferta del proveïdor, sinó tenint en compte elements qualitius com són la fiabilitat del proveïdor, tant en qualitat com en lliuraments, la vinculació del proveïdor a l'empresa i, sobretot, que no es tracti d'una competència clau. Una competència nuclear o clau és la que determina de manera crucial l'avantatge competitiu d'una organització. Per exemple, les petites botigues d'ultramarins tenen com a competència clau el servei personalitzat al client, enfront de la competència clau de compra de mercaderies que tenen les grans superfícies. El grau d'integració vertical és la menys estructural de les decisions d'aquesta mena. En efecte, la difusió de les

noves tecnologies i l'aparició de xarxes de proveïdors connectades amb nosaltres, l'empresa anomenada focal, que seran tractades més endavant al capítol 2, faciliten la revisió freqüent d'aquestes decisions i ens ajudaran a millorar les diferents variables competitives. La política de compres és clar que serà diferent segons si som en l'etapa de creixement (innovació i flexibilitat) o si som en la fase de maduresa (cost i servei), ja que les variables competitives de les nostres línies de productes amb compres seran les mateixes que per a tota l'àrea d'operacions (compres, fabricació i logística).

Metalquimia (2), empresa constructora de maquinària càrria de Girona, amb setanta empleats, que neix com a taller metal·lúrgic, es marca des del 1996 una estratègia de desintegració de les activitats de menor valor (manufactura) i de reforç de les competències de disseny i desenvolupament de producte. Actualment, el 60 % de la plantilla es dedica a aquesta activitat, mentre que subcontracten a cinquanta tallers externs les activitats de producció. Fruit d'aquesta estratègia, ha mantingut un ritme sostingut d'increment de la facturació d'un 20 % anual.

Les decisions infraestructurals, per contra, són les més potents ja que es basen més en les persones i requereixen menys inversió. Es revisen més freqüentment que les estructurals i són més difícils de copiar perquè responen a una cultura organitzativa determinada. Són les següents:

Recursos humans. Com es porten a cap la selecció, la formació, l'entrenament i la seguretat de les persones de l'organització, i també els sistemes de reconeixement i recompensa existents. Cal tenir en compte que el fonament per a aconseguir clients que estiguin satisfets i que siguin fidels és que els empleats ho estiguin.

Qualitat. Quin enfocament de qualitat hi ha a la companyia? S'implantarà la gestió de la qualitat mitjançant la ISO 9001: 2000 o es faran autoavaluacions basades en el model EFQM d'excel·lència amb la idea d'optar un dia al premi europeu?

Planificació i control. Com s'estructura la planificació? Quins models de previsions s'utilitzen? Quins nivells de planificació s'han definit? Política de pla de vendes, pla de producció i pla mestre de producció. Implantació d'un sistema de planificació dels recursos de l'empresa (*enterprise resource planning*, ERP). Tots aquests aspectes seran tractats més endavant en el present llibre (capítol 5).

Organització. Quin tipus d'organització tindrà l'àrea d'operacions: departamental, per processos o mixta? Què englobarà: compres, aprovisionament, producció, distribució, qualitat, etc.? Existència de descripcions de llocs de treball i de procediments d'actuació.

Sistemes de mesurament i control. Quins indicadors estratègics i operacionals es defineixen per a avaluar les operacions? Existència de recompenses vinculades als resultats dels indicadors. Com es fa el pressupost d'inversions?

Nous productes. Com es fa el llançament de nous productes? Sèries de proves abans de la producció en massa. Responsabilitats d'operacions en el procés de disseny. L'empresa Zara (Inditex) constitueix un exemple de llançaments continus de nous productes.

(2) Guardonada amb els Premis a la Innovació Tecnològica de la Generalitat el 2001

Zara segueix una estratègia de llançament continuat de nous productes, en col·leccions deliberadament dimensionades per sota de la previsió de demanda, per tal de provocar sentiment d'addicció i exclusivitat entre el públic. Els nous dissenys són escollits entre aquells que segueixen les tendències de mercat detectades en el punt de venda i comunicades als dissenyadors mitjançant sistemes informàtics. La reposició de les col·leccions es fa cada dues setmanes.

L'estratègia d'operacions es du a terme, doncs, amb les decisions que cada dia prenem tant amb les variables estructurals (anomenades també *hardware*) com amb les infraestructurals (anomenades també *software*), sempre amb l'objectiu clau de millorar les variables competitives de les diferents línies de productes, algunes amb creixement (innovació, flexibilitat i qualitat de producte) i altres ja saturades (servei, cost i qualitat de procés). Hem de ser, per tant, coherents i consistents amb aquestes decisions, que sempre han d'anar orientades a millorar les variables competitives específiques de cada línia de producte. Innovar és una disciplina comparable, per a un empresari, a la tasca d'estudiar per a un nen. No podem garantir-ne un retorn immediat, però és una opció estratègica que incrementa les probabilitats futures d'èxit i supervivència. D'altra banda, innovar escapa a la tònica de la quotidianitat i l'experiència; és una activitat no natural per a la inèrcia del negoci habitual, com ho pot ser estudiar per a un nen. Però és una activitat imprescindible per competir en el futur.

A mesura, doncs, que les nostres diferents línies de producte vagin recorrent el seus cicles de vida (curts en sectors tecnològics com l'electrònica, ja que hi pot haver un nou model i per tant una nova corba cada sis mesos; una mica més llargs i plans al gran consum), com que aniran canviant les variables competitives, haurèm de prendre diferents decisions tant d'estructura (capacitat, centres productius i logístics, disseny de processos i integració vertical i compres) com d'infraestructura (recursos humans, qualitat, planificació i control, organització, sistemes de mesura i control i nous productes), per la qual cosa el model d'estratègia presentat és un model dinàmic que requereix revisions continuades amb el temps.

Les decisions estructurals sobre el tipus de procés productiu

La decisió sobre el tipus de procés depèn fonamentalment del volum de la demanda, de la naturalesa del producte i del grau de personalització de la sortida (*output*) amb relació als clients. Els cinc tipus de processos entre els quals ha d'escollir la direcció són:

Projecte o flux dispers. Són processos generalment d'un únic producte i de gran complexitat que requereixen una gran quantitat d'entrades (*inputs*). Aquests recursos se subministren al lloc on es fabrica el producte, que no es mou durant el procés de producció. La seqüència d'operacions i el procés que formen són únics per a cada projecte. Els productes exigeixen un disseny a mida segons les especificacions del client. La coordinació d'activitats i recursos adquireix un caràcter crític. Els terminis de fabricació són llargs i el grau de qualificació de la mà d'obra és alt. La flexibilitat entesa com a adaptació a canvis de disseny és molt elevada; per exemple, s'ha canviat el disseny del sistema de radar original durant la fabricació d'un portaavions.

Com a exemples es poden esmentar les drassanes, la indústria aeronàutica i aeroespacial, l'enginyeria civil, la indústria ferroviària (trens d'alta velocitat), l'organització de grans esdeveniments, la consultoria d'alta direcció, la implantació d'un software per a la gestió integral, el desenvolupament d'una campanya política, la construcció d'un centre comercial, etc.

Taller o flux irregular desconnectat. Són processos dissenyats per a la producció no seriada en lots petits i amb comandes úniques o en petites quantitats. Els productes es mouen dins del procés productiu. Els recursos han de ser més flexibles per a afrontar dissenys diferents. L'elecció d'aquest sistema productiu implica que l'organització competeix bàsicament en innovació

tecnològica i flexibilitat. La mà d'obra té un grau d'especialització alt i la inversió es dirigeix cap a maquinària d'usos diversos.

A aquest tipus pertanyen els tallers de reparació d'automòbils d'àmplia gamma de reparacions, la fabricació d'utilitatges, l'estampació i matriceria, la fabricació de motlles d'injecció, la sastreria a mida, la reparació de rellotges, l'atenció mèdica de cura intensiva, la gestió del correu d'entrega immediata, etc.

Procés discontinu o flux regular desconnectat. A mesura que la demanda per al taller va augmentant i la gamma de productes es va reduint, es comença a produir en lots de producte i es va desenvolupant el procés tipus flux regular desconnectat. S'està davant una àmplia gamma de processos entre el taller i la línia de muntatge que produeixen productes semblants, de manera repetitiva, usualment en lots grans i en els quals les operacions es divideixen en grups especialitzats, per exemple, fresatge, torneigament i premsatge (en una empresa industrial), radiologia, anàlisi i plantes d'especialitat (en un gran hospital). En aquest sistema productiu, després d'haver processat un lot d'un producte en una operació determinada, es prepara l'operació per a produir un nou lot corresponent a un altre producte. Les rutes de producció són variables per a fabricar el mateix producte. Hi ha estocs en curs importants perquè algun dels components que formen part del producte final es fabrica per endavant. La varietat s'aconsegueix més per una estratègia d'acoblament final per a cada comanda que per fabricar sota comanda. Qualitat i flexibilitat són les prioritats competitives fonamentals.

La teixidura tèxtil i la confecció, la injecció de plàstics, la fabricació de béns d'equipament, les impremtes, els grans hospitals, la tramitació de crèdits, les gestories administratives, etc. constitueixen exemples de processos discontinus.

Línia de muntatge o flux lineal connectat. El procés productiu en línia es justifica quan els volums són prou elevats per a invertir en instal·lacions dissenyades per a processos amb una seqüència d'operacions fixa i equilibrada entre els diferents llocs de treball. Els materials avancen de manera lineal d'una operació a la següent d'acord amb una seqüència fixa i es manté poc estoc entre cada operació. La inversió és considerable en maquinària i instal·lacions de transport. El grau d'utilització de maquinària i equip és molt alt. Els productes són altament estandarditzats i es treballa per a estoc de producte acabat; l'estoc en curs és reduït. El grau de qualificació de la mà d'obra és inferior al dels processos anteriors. Les prioritats competitives fonamentals són servei i cost.

Entre els processos productius que responen a línia de muntatge hi ha els d'automoció, electrònica de consum, hardware, envasament d'aliments, electrodomèstics, joguines, empreses de menjar ràpid, reparació ràpida d'automòbils, tractament de la miopia amb làser, etc.

Planta processadora o flux continu automatitzat. El procés productiu està constituït per una seqüència d'operacions predeterminada i el flux de materials és continu i transferit d'una operació a una altra per mitjà d'instal·lacions altament automatitzades. En aquestes instal·lacions unes quantes primeres matèries es transformen en una gran quantitat de productes acabats. La intensitat del capital és molt alta i en molts casos obliga a produir les vint-i-quatre hores del dia. És important la localització de les fàbriques atesos els alts volums de materials i de productes acabats. Les persones que hi ha en el procés en fan el control i la supervisió. La prioritat competitiva fonamental és el cost.

Exemples de plantes processadores són les plantes químiques, les refineries de petroli, la indústria alimentària, la fabricació de begudes, les acereries, les papereres, les ceràmiques, el telèfon d'informació horària, etc. Alguna vegada la planta processadora es confon amb el procés discontinu ja que també n'hi ha que treballen amb lots, encara que aquí el flux està connectat.

La figura 7 mostra el tipus d'enfocament a producte o a procés, que marca si les operacions de la fàbrica estan més orientades a una línia de producte determinat i estructurades conseqüentment (enfocament a producte), o si la importància i orientació fonamental és cap al procés en si i de manera menys rellevant a la gamma de productes resultants (enfocament a procés). Si l'enfocament és a producte/procés constitueix una combinació dels dos anteriors.

Enfocament i cicle de vida del producte

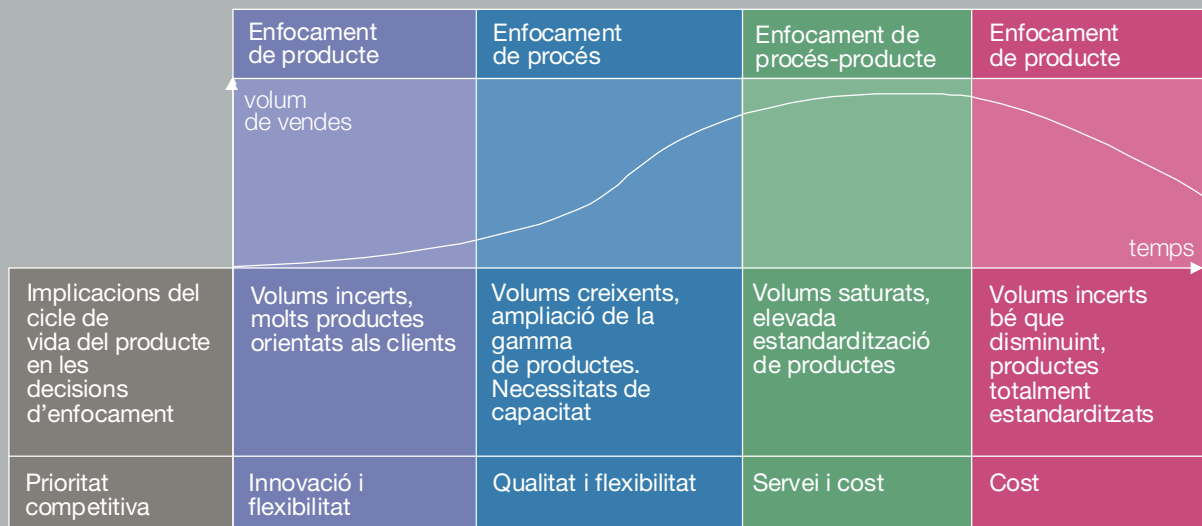


fig 7 Enfocament de plantes productives

Un exemple senzill de la qüestió de l'enfocament dintre d'una fàbrica de pa, pastes i pastissos seria el de la figura 8:

Pa: enfocament a producte amb procés continu, poques referències i millora de cost i servei.

Pastes: enfocament a producte/procés. La pasta principal, per exemple, el Donuts: enfocament a producte amb línia de muntatge automatitzada que fabrica només Donuts, amb poques referències i millora de servei i cost. Altres pastes de poca venda: enfocament a procés amb línia de muntatge manual, moltes referències i millora de qualitat i flexibilitat.

Pastissos: enfocament a procés taller / procés discontinu, amb moltes i moltes referències diferents i millora de la innovació i la flexibilitat.

Enfocament de planta

Enfocament a procés: fàbrica de pa, pastes i pastissos

Enfocament a producte: fàbrica de pa (de motlle)

	Enfocament de procés	Procés
Pa	Enfocament a producte	Continu
Pastes	Enfocament a producte/procés - Donuts (enfocament a producte) - Altres pastes (enfocament a procés)	Línia de muntatge automàtica Línia de muntatge manual
Pastissos	Enfocament a procés	Taller

fig 8 Enfocament de fàbrica de pa, pastes i pastissos

El gràfic de la figura 9 presenta la matriu producte/procés i l'evolució dels processos productius des del projecte fins a la planta processadora, a mesura que el volum de producció augmenta, o sigui, la connexió entre el mercat i els tipus de processos productius. La diagonal de la matriu marca l'equilibri entre les prioritats competitives d'innovació i flexibilitat i les de servei i cost, en l'evolució d'una determinada empresa que va incrementant el volum de producció, i arribaria, si la naturalesa del producte ho permetés, des d'una producció artesana (projecte) fins a una fabricació en planta processadora. Les empreses que en la seva evolució donin més importància a la prioritat competitiva d'innovació i flexibilitat respecte a la de servei i cost evolucionaran per sobre de la diagonal (posició 1); en canvi, les que prioritzin més el cost i el servei evolucionaran per sota de la diagonal (posició 2). Naturalment, no és obligat que les empreses iniciïn la producció en projecte (ho poden fer en taller o procés discontinu) ni que acabin en planta processadora. La naturalesa del producte i les necessitats de personalització són determinants. Les posicions de fora de la diagonal tenen molt més risc competitiu, les de la posició 1, que continuen amb taller quan el volum augmenta, perquè altres competidors amb línies de muntatge les poden guanyar i les de la posició 2 perquè canvis de tecnologia poden fer obsoletes les seves instal·lacions automatitzades de manera prematura.

Per acabar direm que al capítol 3, de sistemes de producció, veurem que l'únic procés o la millor filosofia amb què podem millorar gairebé totes les variables competitives de manera simultània serà el JIT (just in time), amb el qual ens mourem dintre el triangle de la figura 9. Es tracta de produir de forma flexible i adaptativa a la demanda, sense renunciar a l'eficiència d'un flux continu automatitzat.

Enfocament i matriu producte/procés

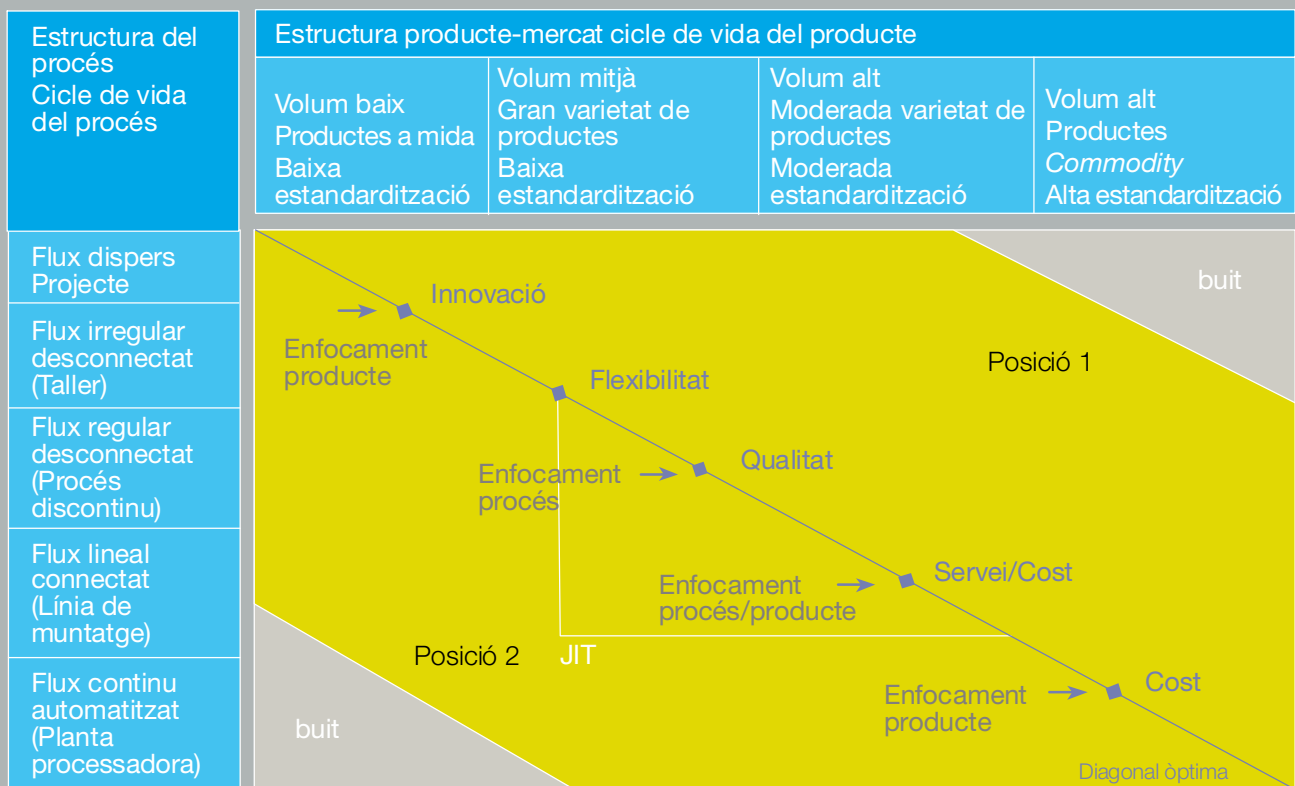


fig 9 Matriu producte/procés

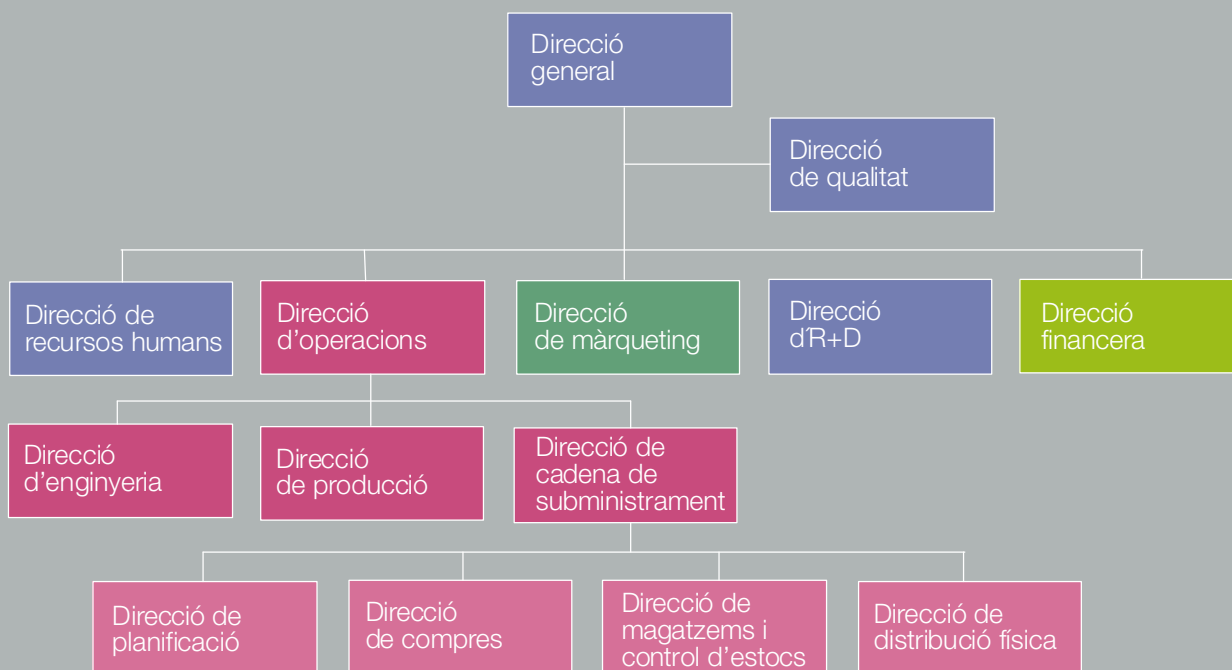
1.4 La direcció d'operacions en l'organigrama de les empreses

La figura 10 mostra exemples de dos departaments de direcció d'operacions en empreses industrials i de serveis, que són el resultat de les decisions infraestructurals relatives a organització. Hem de tenir en compte, però, que són sols exemples, ja que gairebé sempre adaptarem la nostra organització a les competències de les persones de l'equip d'operacions.

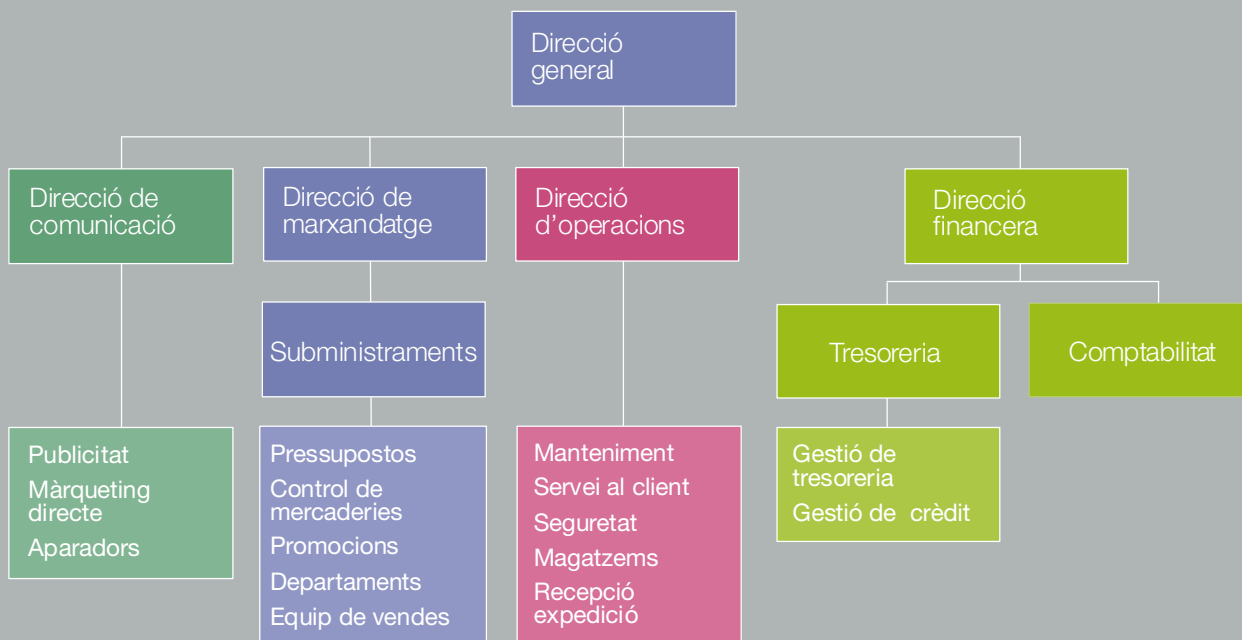
1.5 La direcció per processos

Un tipus de decisió infraestructural és l'elecció de la direcció per processos com a forma organitzativa. Cada vegada són més les organitzacions de totes les dimensions que adopten l'enfocament per processos, combinat amb l'estructura departamental. Això significa la ruptura del vell paradigma del segle xx de cadena de producció lineal (Taylor) relatiu al fet que la manera més eficaç i eficient de produir consisteix a dividir la feina en tasques elementals i especialitzar

La direcció d'operacions en empreses industrials



La direcció d'operacions en empreses de serveis



Organigrama d'uns grans magatzems

fig 10 Exemples de departaments de direcció d'operacions

els operaris en aquestes tasques. Aquest paradigma ha tingut una gran utilitat en el passat en mercats en què tot el que es produïa es venia (mercat de compradors), i un dels grans exemples d'aplicació el tenim en la línia de muntatge de l'empresa Ford, que al principi del segle xx va permetre la fabricació en massa del model Ford T —això sí: només de color negre— durant un bon nombre d'anys. Aquest enfocament per processos (1) permet introduir la veu del client en totes les activitats de l'organització, amb la consegüent millora de l'orientació al client de tota l'empresa. Tal com es veu a la figura 11, els processos es dirigeixen directament als clients, cosa que no passa amb els departaments clàssics. Com a responsable del procés, ha d'haver-n'hi un propietari, o "*process owner*", que ha de liderar-ne l'equip per aconseguir els objectius d'eficàcia, eficiència i qualitat establerts per al procés en qüestió. De fet, a les companyies sempre hi ha processos, això sí, la major part de les vegades amb caràcter informal i malgrat les dificultats que hi posen moltes vegades els directius departamentals. En efecte, en el moment que un director de producte contacta amb el director d'operacions per establir les condicions d'una comanda, ambdós desenvolupen informalment —perquè una companyia molt jerarquitzada i departamentalitzada no permet fer-ho d'una altra manera— una activitat del procés de la comanda a l'empresa en qüestió.

Organització per processos

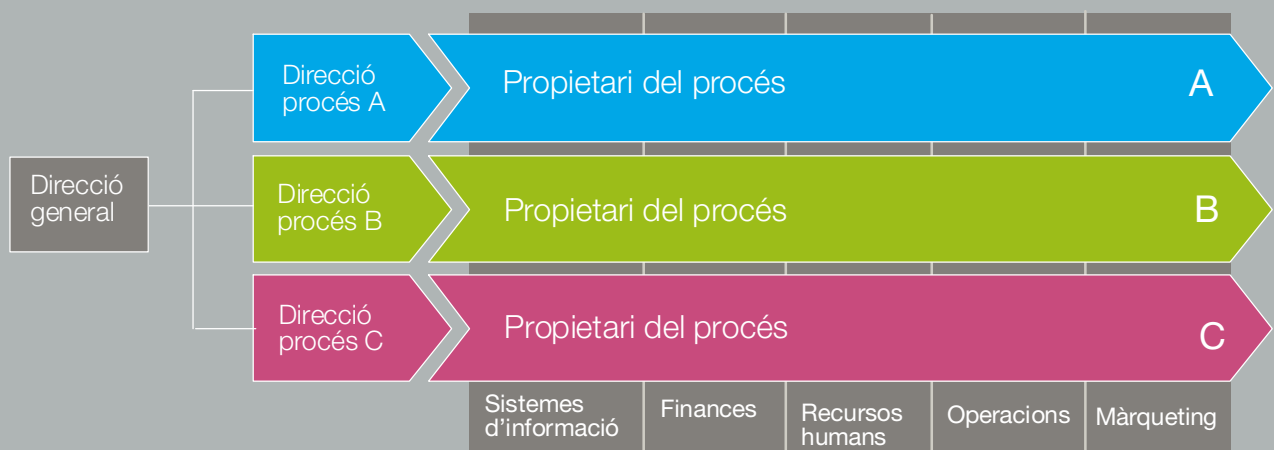


fig 11 Enfocament organitzatiu per processos

(1) Vegeu la Guia de gestió de la innovació, part II: "La gestió de projectes", CIDEM, 2002)

Amb l'enfocament organitzatiu per processos s'aconsegueixen els avantatges següents:

Millorar l'orientació al client de tota l'organització. La veu del client arriba a totes les activitats de la companyia, que formen part d'un procés orientat a aquests clients.

Incrementar l'eficiència, ja que s'evidencien les repeticions i els encavallaments entre les activitats dels diferents processos.

Millorar l'alineament amb els objectius de l'empresa. S'eviten les optimitzacions parcials que poden generar els departaments en contra d'una optimització global.

Augmentar la flexibilitat, entesa com a adaptació a canvis en l'entorn. En efecte, els processos es poden modificar més de pressa que els departaments, ja que aquests estan estructurats en nivells que fan difícils les transformacions ràpides.

Potenciar el treball en equips, que són els grups de persones de diferents departaments assignats als diferents processos.

Fomentar la participació del client en el procés, l'anomenada coproducció. Exemples de coproducció com ara les empreses de menjar ràpid —el client hi participa transportant la safata— o Amazon —la llibreria virtual més gran del món, on el client hi participa utilitzant Internet— són possibles perquè parteixen d'una bona definició dels processos corresponents.

Incrementar la motivació de les persones de l'empresa, que se senten participants d'un procés i poden constatar l'efecte de la seva feina en la satisfacció dels clients.

La definició del mapa de processos constitueix el primer pas en la implantació de l'enfocament de l'organització per processos. En les organitzacions cal distingir tres tipus de processos, que s'observen en els mapes de processos de les figures 12 i 13:

Estratègics. Són els que estan en relació molt directa amb l'essència, raó de ser (missió) i posicionament de futur (visió) de l'organització. Involucren personal d'alt nivell, donen directrius a altres processos i afecten totalment l'empresa. Com a exemples es poden esmentar la innovació estratègica, la comunicació externa i interna, la rendibilitat del negoci, el reconeixement i la recompensa, etc.

Fonamentals. Són els que desenvolupen les capacitats nuclears de la companyia. Abracen moltes funcions i estan relacionats amb els objectius de l'organització; el valor que creen és percebut clarament per clients i accionistes. Entre aquests hi ha els de desenvolupament del producte, captació de clients, gestió de la comanda, manteniment i gestió de la cadena de subministrament (*supply chain management*, SCM) en una empresa industrial (figura 12) i els de captació de clients, entrada, estada, sortida, restauració i avaluació de la satisfacció i la fidelització en un hotel (figura 13).

De suport. Són els que donen suport als processos fonamentals. Els clients són interns i moltes vegades són a dins d'un departament. Com a exemples (vegeu les figures 8 i 9) es poden esmentar els de formació i entrenament, selecció de persones, control de gestió, sistemes d'informació, manteniment, compres, etc.

El mapa de processos d'una empresa l'ha d'establir l'equip de direcció a partir de la missió, la visió i els objectius estratègics de la companyia. A partir del nomenament dels propietaris dels processos, se n'han d'anar detallant els subprocessos i les activitats.

Mapa processos d'una empresa industrial

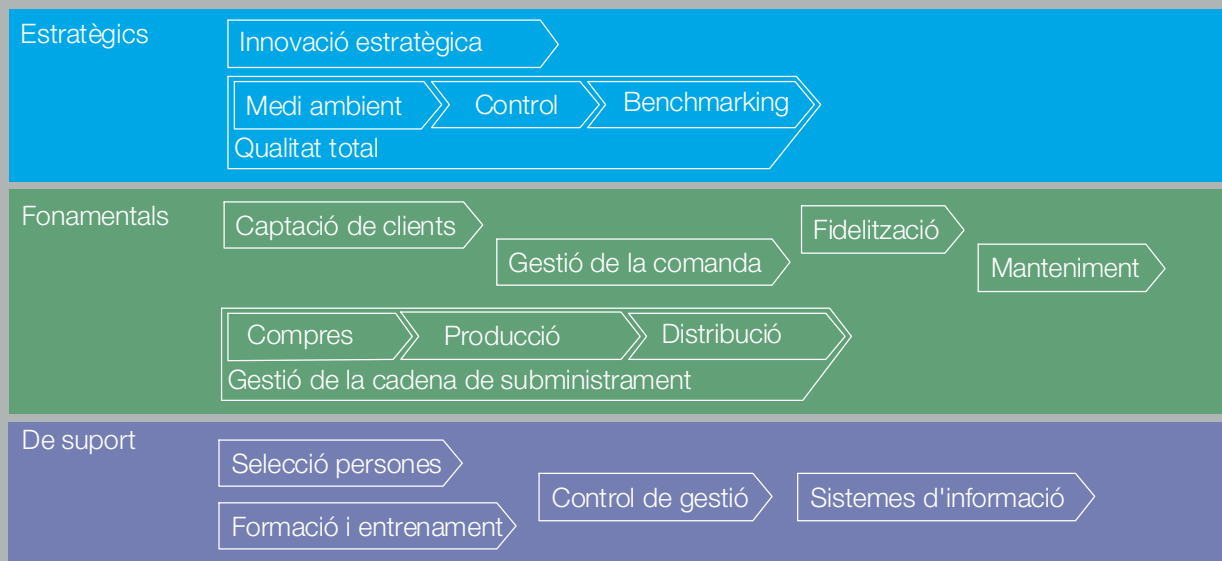


fig 12 Exemple de mapa de processos en una empresa industrial

Mapa de processos d'un hotel

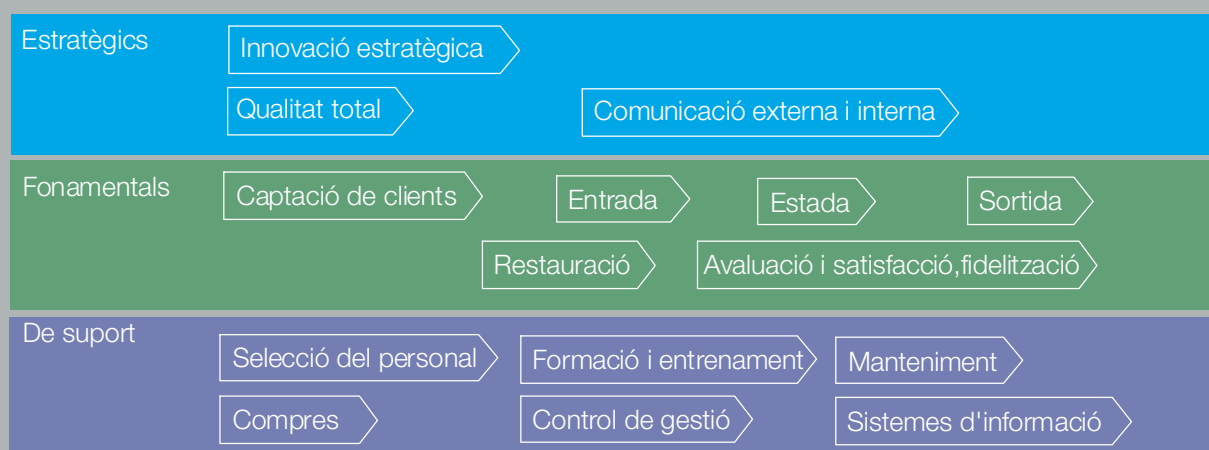


fig 13 Exemple de mapa de processos en una empresa de serveis.

1.6 Indicadors i sistemes d'indicadors

Tal com s'ha vist, el mesurament i el control constitueixen decisions infraestructurals de l'estratègia d'operacions. La qüestió del mesurament de l'actuació empresarial avui dia té una importància crucial. En efecte, l'avaluació del funcionament de les companyies des de punts de vista operacionals que transcendeixen els aspectes únicament financers s'està convertint en una de les principals preocupacions dels directius.

Els indicadors són mesures de l'actuació de les empreses que s'utilitzen per a avaluar l'eficiència, l'eficàcia i la qualitat de les diferents activitats que desenvolupen. Els sistemes d'indicadors estan constituïts per conjunts d'indicadors per als quals s'han definit jerarquies i relacions i també la freqüència de revisió.

Com a exemples d'indicadors vinculats a una estratègia d'operacions amb caràcter més estratègic es poden esmentar els de costos totals de les operacions (matèries primeres, més fabricació, més emmagatzematge i transport), productivitat, satisfacció dels clients, termini de comanda i subministrament, terminis d'aprovisionament, rotació d'estocs, temps de llançament de nous productes, grau de servei al client, etc., i amb un caràcter més operacional, els de defectes en el procés, queixes dels clients, nivells d'estoc en curs, nivells d'estoc de producte acabat, acompliment de la planificació en volum, acompliment de la planificació en gamma, ordres partides, etc. Alguns indicadors que en una determinada empresa siguin considerats com a estratègics, en una altra companyia poden ser classificats com a operacionals i viceversa.

Qualsevol estratègia en general i la d'operacions en particular necessita indicadors per a la comunicació i per a alinear-hi tota l'organització, i, a més, per a orientar la millora contínua. (2)

Aquest punt, que ara ha estat formulat sobre indicadors d'operacions, es desenvoluparà a cadascun dels cinc capítols i a les conclusions finals.

1.7 Conclusions

La funció d'operacions, com a funció bàsica de l'empresa que és, juntament amb les finances, el màrqueting i la R+D, té un paper vital en la consecució dels objectius estratègics que es marquen les organitzacions, que han d'estar alineats per totes les funcions.

Responsable de la compra, la producció i la logística de productes ampliat, la funció d'operacions, tant en les empreses industrials com en les de serveis, és l'àrea que ocupa la major part de les persones i els actius de les companyies i la principal responsable de la qualitat del que l'empresa ven, i sovint és la cara visible amb la qual interactuen els clients. Juntament amb la R+D, la funció d'operacions està molt involucrada amb el procés clau d'innovació estratègica. Les operacions han de ser eficients i alhora cada vegada més flexibles per suportar les activitats innovadores, i ràpides per respondre en temps real als canvis de la demanda i l'entorn.

La globalització dels mercats i la gran competència que hi ha per a entrar-hi i fins i tot mantenir-s'hi fan que cada vegada sigui més difícil la supervivència de les empreses que fabriquen productes senzills de baix cost fonamentats en mà d'obra barata, raó per la qual el repte al nostre país és canviar i passar a dissenyar i fabricar productes cada vegada més innovadors, més ben dissenyats i, per tant, de més valor afegit.

(2) Vegeu AdLog, guia d'autodiagnosi logística, CIDEM, 2003

L'agilitat és la clau

“Si els anys 80 van ser temps de qualitat i els 90 de re-enginyeria, els 2000 seran temps de velocitat.”

Bill Gates, 1999
Business @ the speed of thought.

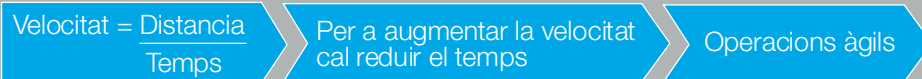


fig 14 Les operacions àgils del segle XXI

És precisament a conseqüència d'aquesta gran pressió competitiva que la major part de les companyies es veuen obligades a reduir tots els temps i a ser més àgils, a llançar més ràpidament nous productes i propostes al mercat i a servir-lo més de pressa que mai (el que a ESADE anomenem operacions àgils del segle XXI, figura 14). Aquests aspectes representen, òbviament, un repte per a la funció d'operacions. Els anys vinents bona part del resultat que obtinguin les empreses dependrà de com se'n surtin de bé en aquests dos àmbits clau de l'agilitat i la innovació. La funció d'operacions tindrà, doncs, un paper crític en la consecució dels objectius de qualitat i productivitat que s'exigiran. Una estratègia d'operacions en el marc de l'estratègia empresarial consisteix a ajudar les forces de màrqueting i vendes a competir millor en un mercat cada vegada més global, donant suport a les estratègies de finances i màrqueting; i desenvolupar les decisions estructurals i infraestructurals que millorin en cada moment les prioritats competitives de les diferents línies de productes o divisions serà fonamental perquè les empreses incrementin de manera continuada el valor que generen per als clients, els accionistes i la societat en general.

Aquest model d'estratègia d'operacions que hem vist en aquest primer capítol ens ajudarà sens dubte a recórrer aquest camí cap a les operacions àgils de més valor afegit, que tenen una estratègia flexible (*strategic flexibility*, que diuen a Stanford), que vol dir que sempre ens hem de preparar per poder passar ràpidament d'una estratègia de cost i servei a una estratègia de flexibilitat i innovació o a l'inrevés, i això solament ho aconseguirem si desenvolupem en les nostres persones d'operacions les competències necessàries per competir en el futur.

2 Els nous reptes de la funció de compres

2.1 La funció de compres a l'empresa actual

Les empreses ubicades en l'àmbit econòmic occidental han vist com canviava en els darrers anys el model competitiu en què es troben immerses.

L'entorn empresarial ha passat d'un model basat en l'**oferta**, en què les companyies determinaven els productes dins una selecció limitada i intentant maximitzar els volums productius, a un model basat en la **demanda**, en què els clients fixen les expectatives dels productes/serveis i esperen un elevat grau de correspondència d'aquests a les seves necessitats (alta "customització").

Els **cicles de vida dels productes** s'han escurçat de manera considerable, tant si es tracta del temps que va des de la concepció fins a la comercialització, com si es tracta del que comprèn des de la seva introducció als mercats fins a la seva maduresa i obsolescència. Aquest escurçament, afegit a l'especificitat de la demanda dels clients, fa que la capacitat de les empreses per fer front als nous processos innovadors de manera aïllada sigui més reduïda que si ho fessin amb col·laboració.

S'ha produït una **globalització** generalitzada, tant des del punt de vista de la competència (els empresaris actuals es troben competint amb fabricants de països que fa deu anys eren gairebé desconeguts per a ells) com també des del punt de vista de les oportunitats (han sorgit nous mercats per col·locar els productes nacionals i nous mercats d'on proveir-se i comprar de manera innovadora, eficient i barata).

Quina ha estat l'evolució dels **models de gestió de compres** (figura 1) en els últims anys i quin impacte hi té el fenomen de la globalització econòmica?

Del **model clàssic** de negociació anual amb proveïdors locals i focalització en cost, varem passar al **model agressiu** de negociacions més freqüents amb preu i qualitat, a causa que alguns sectors com ara els de l'automòbil i la sanitat varen entrar en crisi econòmica i la pressió d'eficiència en cost es va transmetre als proveïdors.

No obstant això, un model competitiu i basat en relacions a curt termini com aquest es va demostrar ineficient, ja que la relació de desconfiança va frenar les inversions en innovació dels proveïdors i va descobrir un desaprofitament de sinergies entre client i proveïdor. Es va avançar cap al **model de socis** (*partner*) amb millora contínua i participació dels proveïdors en el disseny del producte (codisseny), model local que va sortir com a conseqüència del sistema japonès de fabricació JIT (que veurem al capítol 3) amb negociacions transparents i continuades amb proveïdors i lliuraments molt freqüents.

Aquest model local ha esdevingut ara un **model global**, amb negociacions transparents i proveïdors globals que intenten seguir els fabricants per tot el món i que estan orientats a tota la cadena de valor (cercant òptims d'eficiència per tota la cadena de subministrament, vista ja de forma integral).

És clar que les empreses catalanes han fet un gran esforç per vendre a l'estranger, però també és veritat que encara n'hi ha moltes que continuen comprant d'una manera local. En els propers anys per ser competitiu no serà suficient la internacionalització de les vendes; també les compres

hauran de ser en molts casos globals i aportar un avantatge competitiu internacional. D'altra banda, han penetrat en el teixit empresarial tècniques avançades de segmentació de vendes i màrqueting, però no ho han fet les seves tècniques simètriques per gestionar les compres.

L'evolució de les relacions proveïdor/client

Model	Negociació	Proveïdors	Enfocament	Pressió
Clàssic	Anual	Diversos	Preu	Moderada
Agressiu	Freqüent	Canvis	Preu/Qualitat	Elevada
Soci	Llarg termini	Pocs / R+D	Millora contínua	Constant
Global	Transparent	Globals / CM	Cadena valor	Creixent

Proveïdor / Client

fig 1 Models de compres

Aquest canvi en l'entorn i en les demandes a les quals s'han vist sotmeses les empreses ha fet que la competència ja no es produeixi de manera exclusiva entre companyies aïllades sinó entre xarxes d'empreses (que és el que s'anomena cadenes de subministrament, figura 2).

Model de la cadena de subministrament

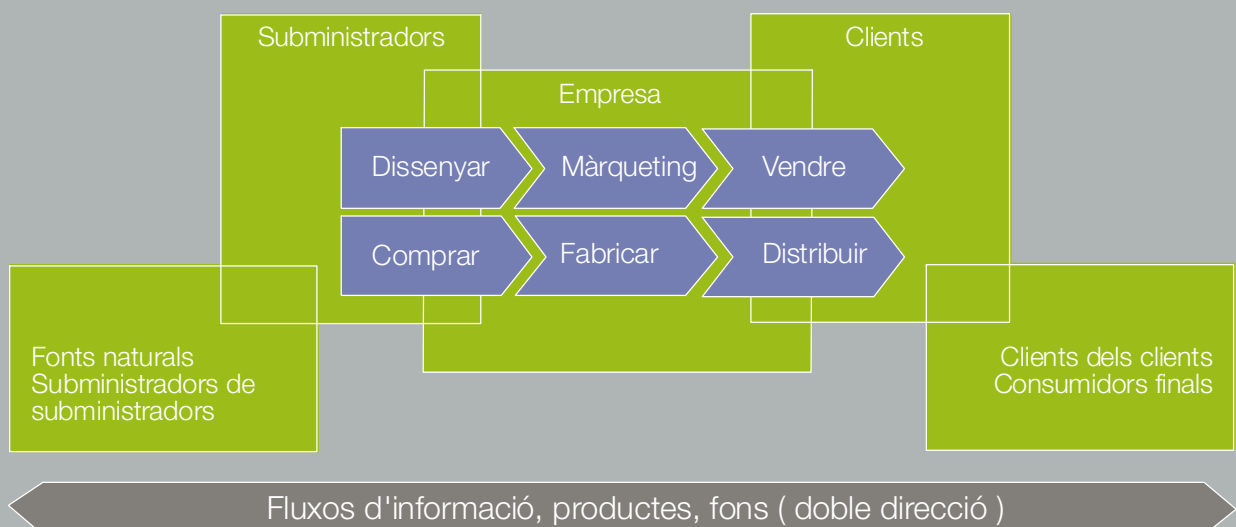


fig 2 Cadena de subministrament

Aquestes cadenes, primer lineals i cada vegada més en forma de xarxa, que van des de les matèries primeres de la mare terra, fins als clients, passant per proveïdors, fàbriques i distribuïdors i detallistes, s'enfronten les unes amb les altres en tres principals àrees:

El **disseny** d'aquestes cadenes de subministrament: la distribució de responsabilitats entre els diferents protagonistes de la xarxa (qui dissenya i innova el producte, qui el fabrica i munta, qui s'encarrega de l'aprovisionament dels seus components o de la distribució del producte acabat, etc.).

La **selecció i integració** dels diferents participants de la cadena de subministrament: la determinació i incorporació dels proveïdors de productes (components, matèria primera, etc.) i serveis (disseny, logística, fabricació, etc.) a la xarxa dissenyada.

La **gestió** d'aquestes xarxes: els models i procediments de coordinació de les diferents funcions distribuïdes en la cadena de subministrament per tal de fer que aquesta treballi en una única direcció mirant-ne l'optimització global.

És així que la funció de compres esdevé estratègica a l'empresa ja que deixa de tenir una rellevància exclusiva en el control dels costos dels materials i serveis i de la gestió de l'inventari de matèries primeres per convertir-se en la **funció que facilita la integració dels proveïdors externs en la cadena de subministrament** (figura 3).

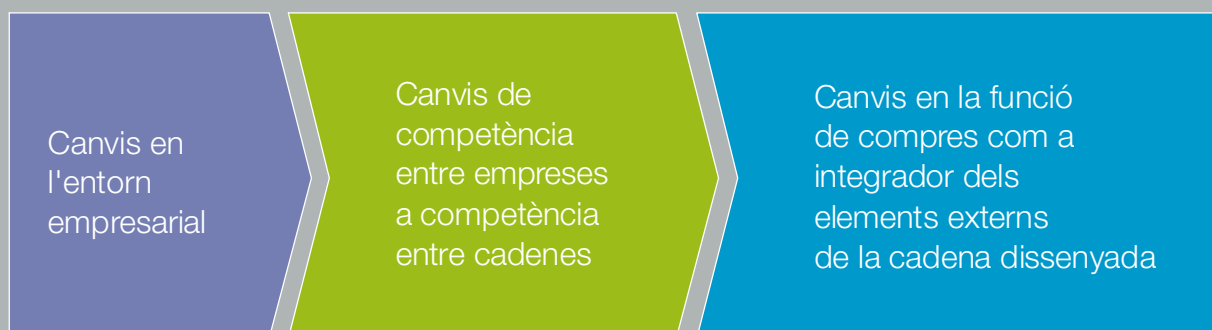


fig 3 Integració dels proveïdors a la cadena de subministrament

D'aquesta forma, i sota la visió abans esmentada del nou rol de les compres dins l'empresa, les contribucions de la funció de compres s'amplien, a més de la ja clàssica de gestió de costos, amb noves aportacions (figura 4):

Contribucions de la funció de compres

Clàssiques	Noves
Reducció de costos Gestió d'inventaris	Assegurament de la continuïtat del negoci Suport a la innovació Augment de la flexibilitat Estandardització i estabilització de productes

fig 4 Rol de les compres

El **suport a la innovació**. Inclouent-hi tant la innovació en la definició de nous productes o solucions com la millora dels ja existents mitjançant la definició de nous processos i materials, que ens evitaran entrar prematurament a la fase de caiguda de vendes.

L'**augment de la flexibilitat**. Millorant la capacitat de resposta a les necessitats dels clients, reduint el temps d'entrega i minimitzant els nivells d'estocs, mitjançant la creació de sistemes de producció flexibles i àgils per respondre a demandes finals fluctuants.

L'**estandardització i estabilització dels productes**. Inclouent-hi àrees com la millora de la qualitat del producte acabat a través de la qualitat del procés dels seus components o la contínua reducció de costos i millora de servei.

L'**assegurament de la continuïtat futura del negoci**. Assegurant que el negoci manté una xarxa de proveïdors capaç de fer front als reptes actuals i futurs amb què s'encara l'empresa contractant.

Cal recordar aquí que les variables competitives de compres són, és clar, iguals que les d'operacions. Per això, en el cas de línies de productes o sectors en creixement com, per exemple, la biotecnologia o les televisions digitals, les variables competitives més importants seran la innovació i la flexibilitat, i, per contra, en el cas de línies de productes o sectors madurs, com ara l'automòbil, l'alimentació i les impressores de raig de tinta, les variables clau seran el servei i el cost. Aquestes variables també ens han de servir per decidir les xarxes de proveïdors de cada una de les nostres línies de productes.

En aquest nou model, el **comprador**, dins l'empresa, passa de ser un selector de proveïdors, negociador de preus i gestor tàctic de l'operació de compra dels productes directes, que s'incorporen als productes que fabriquem (comandes, recepcions, pagaments i incidències), a ser el **coordinador de la integració** del proveïdor en la cadena de subministrament de l'empresa per a la qual treballa, tant pel que fa al moment actual (gestió operativa) com pel que fa al manteniment de la correcta adequació als reptes futurs que tant l'empresa com els proveïdors hauran d'afrontar (gestió estratègica), i també el responsable tant de les compres directes com de les compres dels productes indirectes com ara ordinadors i catàlegs.

2.2 Les responsabilitats de la funció de compres

El model desenvolupat agrupa les activitats necessàries per millorar el procés de compres en quatre passos:

1. **Desenvolupar l'estratègia de compres.** En aquest pas s'inclouen les activitats pròpies de l'anàlisi i la planificació de la funció. És l'activitat de planificar, de manera informada i acurada, les accions a emprendre per tal d'assolir els objectius desitjats de millora de variables competitives.
2. **Implantar l'estratègia de compres.** Aquest pas inclou l'execució del pla elaborat en el punt anterior.
3. **Seguiment de les accions.** Aquí s'agrupen les activitats d'elaboració i recollida dels indicadors que permeten veure com l'execució dels plans du cap a l'objectiu desitjat.
4. **Ajust de l'objectiu.** En aquest darrer pas es troben les fases d'anàlisi dels resultats mesurats en el punt anterior, per entendre l'origen de les desviacions (degudes a una execució pobre o a una planificació incorrecta) i procedir-ne a la correcció.

A partir d'aquest punt, i amb l'anàlisi feta en el pas 4, es reinicia el cicle replanificant les activitats a executar en funció de les lliçons apreses en el darrer cicle.

2.3 Desenvolupament de l'estratègia de compres

En aquest pas hi ha totes les activitats que dins les compres d'una empresa porten a l'elaboració dels plans i les estratègies de compres a implantar posteriorment:

- a. **Alineament dels objectius de la funció de compra amb els objectius de l'empresa.** Les compres existeixen dins una estratègia empresarial a la qual donen suport. És molt important que les estratègies de compres derivin dels objectius finals de l'empresa per assegurar que se n'acompleixen els objectius.
- b. **Segmentació dels productes/serveis que l'empresa compra** en funció de les variables crítiques (importància de la compra per a la companyia i el risc de subministrament d'aquesta). Aquesta segmentació és molt important ja que, així com els segments de mercat de clients finals en el màrqueting permeten identificar els diferents posicionaments de producte, als segments en què poden agrupar-se els diferents tipus de compres no poden aplicar-s'hi les mateixes estratègies.

Així, per exemple, no és el mateix el tractament que una empresa d'electrònica de consum o professional com Hewlett-Packard dona a la compra de semiconductors clau per al seu producte que el que dona a la compra dels manuals d'instruccions que s'inclouen a la caixa.

- c. **Estudis de mercat de compres.** Així com en el màrqueting no poden prendre's decisions sense conèixer el mercat que vol servir-se (quina importància té, quina rendibilitat, quin creixement, etc.), a les compres no poden elaborar-se plans efectius si no es té un coneixement profund del mercat de proveïdors del producte/servei que es compra. És aquest l'objectiu dels estudis de mercats de compres, tant quantitatius com qualitatius.

- d. **Elaboració de l'estratègia de compres.** Amb totes les activitats indicades anteriorment, pot aleshores elaborar-se l'anomenat pla de compres o estratègia de compres (com el pla de màrqueting), on es reflecteixen d'una manera documentada, consensuada i amb una visió a llarg termini els objectius, les variables competitives per línies de productes, els plans i els indicadors integrats de la funció de compres.
- e. **Organització de l'àrea de compres.** Com no hi ha estratègia que pugui implantar-se sense una estructura de recursos humans organitzada, l'estructuració del departament de compres és clau per a la correcta execució del pla. Dins d'aquesta estructuració s'inclou la definició de rols i responsabilitats dels seus integrants així com dels objectius i els indicadors d'acompliment d'aquests. No podem oblidar la funció de relacions públiques i d'ambaixadora de l'empresa que fa moltes vegades l'àrea de compres.

Ha nascut, doncs, el **màrqueting de compres**.

2.3.1 Alineament d'objectius de l'empresa a la funció de compres

El primer pas per procedir al bon disseny de l'estratègia de compres és assegurar que l'àrea de compres comparteix la visió comuna del negoci, i que esdevé una eina més per assegurar que s'aconsegueixen els objectius d'aquest. Aquests objectius poden provenir dels diferents àmbits de l'empresa:

a. **corporatius**

- objectius corporatius d'integració/desintegració influiran de manera directa en les estratègies de **fer** (*make*) (fabricar el producte o servei internament) enfront de **comprar** (*buy*) (adquirir aquest producte o servei de l'exterior);

Per exemple, la decisió corporativa d'una empresa auxiliar de l'automòbil de despendre's del negoci de fabricació de canonada que subministrava, entre d'altres, a la línia de negoci d'aire condicionat obligarà aquesta a la recerca de proveïdors externs competitiu en cost, qualitat, servei i disseny.

- objectius de **centralització** de determinades funcions enfront de la **descentralització** d'altres influiran en les responsabilitats i la definició de l'estratègia de compres de cada àmbit corporatiu. Si una empresa fabricant de petits electrodomèstics decideix centralitzar les compres de resines plàstiques en l'àmbit corporatiu per assegurar-ne l'obtenció d'economies d'escala, impactarà en la relació de les unitats regionals en els seus contactes i en la seva capacitat de maniobra amb els proveïdors de resines locals, ja que els proveïdors seran regionals o globals;
- objectius de **maximització de beneficis** en línies de producte que financin altres negocis influiran en la definició d'indicadors de reducció de costos dels productes elaborats per aquestes. En entorns on el contingut comprat en cost de venda del producte és elevat (60-70 %) aquests objectius tindran un impacte molt directe en la definició i la importància de la funció de compres (per exemple, en el sector de l'automòbil).

b. d'unitats de negoci

En noves línies de producte, seran molt importants:

- objectius de minimitzar el **temps** que va des del **disseny** (1) conceptual d'un nou producte fins al seu llançament al mercat obligaran a la redefinició de la participació de la funció de compres en el procés de disseny de nous productes; s'haurà d'assegurar la definició d'especificacions de producte per part de R+D, d'acord amb les capacitats productives dels proveïdors i l'optimització de l'ús d'aquests proveïdors a través de la selecció dels materials, els processos i les solucions a emprar;
- objectius **d'augment de la flexibilitat** d'una planta per assegurar el correcte subministrament al client final minimitzant els nivells d'estoc obligaran a la funció de compres de la unitat a desenvolupar noves capacitats i acords amb els proveïdors que posin en funcionament aquesta capacitat de resposta ràpida;
- la introducció d'un nou producte amb uns **nous requeriments tècnics** obligarà la funció de compres a potenciar la capacitat dels proveïdors ja existents o a redefinir la cartera de proveïdors.

D'altra banda, els objectius que la funció de compres hagi de satisfer dependran del punt en què la mateixa indústria o les seves diferents línies de productes es trobin dins la corba del cicle de vida del producte (figura 5).

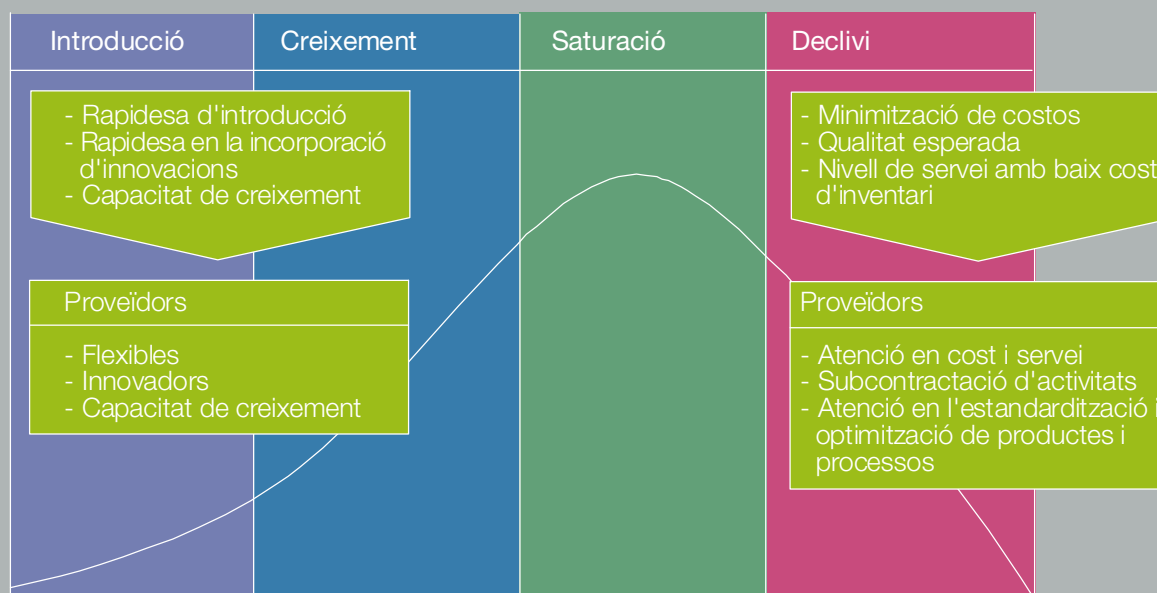


fig 5 Variables competitives a compres

(1) Vegeu la Guia de Gestió del Disseny, CIDEM, 2003

En els estadis d'**introducció i creixement**, l'avantatge estratègic dins el sector o producte s'obté per la ràpida introducció de nous productes amb noves i millors prestacions respecte als anteriors. També cal disposar de la capacitat necessària per poder afrontar el creixement de la demanda i de les habilitats de millora de processos que permetin la ràpida estabilització dels productes fabricats. Això obligarà la funció de compres a cercar proveïdors innovadors, flexibles i adaptables als requeriments dels seus clients.

En els estadis de **saturació i davallada** la lluita estratègica entre productes i/o companyies es troba en la capacitat d'aquestes de subministrar productes barats, amb la qualitat esperada pels clients i amb cadenes de subministrament que minimitzin els costos d'estoc necessaris per mantenir nivells acceptables de servei. En aquests estadis del cicle de vida, les funcions de compres es centraran en la recerca de proveïdors econòmics, capaços d'absorbir un major nombre de funcions prèviament realitzades pel mateix comprador i amb una atenció important a les labors de reducció de costos a través de treballs d'estandardització de materials i dissenys o millores de processos productius i logístics, tal com ja hem vist al capítol 1, d'estratègia.

2.3.2 Segmentació dels productes i serveis comprats

Així com no hi ha una solució que s'adapti a tots els problemes, no hi ha una única estratègia de compres que sigui vàlida per a tots els productes i serveis que una companyia adquireix als seus proveïdors. Cap empresa industrial afrontarà de la mateixa manera la compra de material d'oficina (material indirecte) o d'una matèria primera crítica per als productes que fabrica (material directe). És, per tant, important segmentar els diferents productes que es compren de manera que les estratègies que es desenvolupen s'ajustin a les característiques dels productes.

Per tal de racionalitzar l'anàlisi és molt útil emprar la matriu de Krajlic (2) (vegeu la fig. 6), que agrupa els productes en quatre quadrants segons dues variables bàsiques:

- el pes del producte/servei comprat sobre el resultat financer de l'empresa
- el risc de subministrament inherent al producte/servei adquirit.



fig 6 Matriu de segmentació dels productes de compres

(2) Krajlic, P. (1983). "Purchasing must become Supply Management". Harvard Business Review

Amb aquesta diferenciació s'obté la divisió de la tipologia de productes en quatre grups:

1. **Productes estratègics** (elevat pes sobre els resultats i amb un alt risc de subministrament). Una empresa fabricant de productes d'electrònica de consum inclouria en aquest grup els circuits integrats que empra en les plaques dels seus productes. Una empresa farmacèutica hi inclouria els principis actius adquirits per llicència al propietari de la patent. **Els més estratègics podem fabricar-los nosaltres o com a màxim donar-los a socis (*partners*)**, a dalt a la dreta de la matriu de la figura 7.
2. **Productes coll d'ampolla** (baix pes sobre els resultats però alt risc de subministrament). L'empresa electrònica inclouria aquí elastòmers de característiques específiques per als seus productes i la farmacèutica, determinats catalitzadors crítics per sintetitzar certs productes. O les vitamines dels cereals d'esmorzar o la pintura dels cotxes.
3. **Productes amb palanquejament** (elevat pes sobre els resultats però baix risc de subministrament). Aquí es troben aquells productes que tot i tenir una incidència elevada en el compte de resultats de l'empresa són productes estàndard (*commodities*) amb suficients fonts de subministrament. Per exemple, les resines necessàries per a la injecció de les peces de plàstic del fabricant de productes d'electrònica de consum o els excipients necessaris per afegir als principis actius en l'empresa farmacèutica. La soja i el blat de la indústria alimentària.
4. **Productes rutinaris** (baix pes sobre els resultats i baix risc de subministrament). S'inclouen en aquest grup els productes no crítics, destinats, per exemple, a reparacions i manteniment rutinari i altres materials d'oficina que no són operacionals (directes).

La segmentació de compres ens portarà a diferents decisions organitzatives per a cadascun dels mercats que es defineixen (figura 7).

Estrategia de producte-mercat

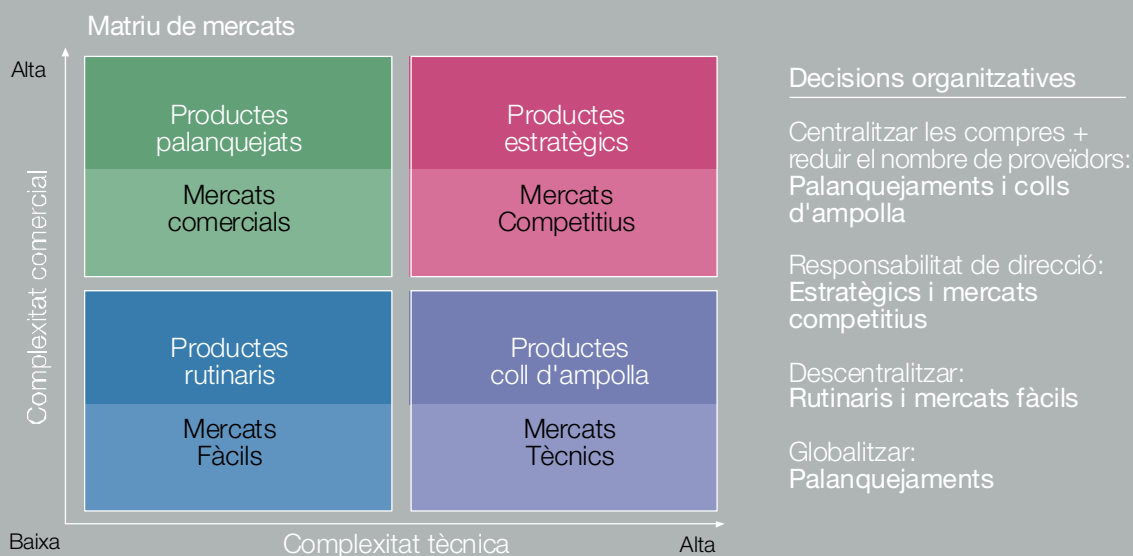


fig 7 Mercats de la matriu de segmentació dels productes de compres

L'estratègia a aplicar a aquests grups de productes variarà, ja que els reptes que l'empresa hi afronta són també diferents (figura 8):

Tipus de productes	Objectius	Accions	Estratègia/mercats
Estratègics	assegurar el subministrament a preus competitiu	- desenvolupament de relacions a llarg termini amb els proveïdors socis - selecció acurada de proveïdors locals, regionals i globals - intervenció del proveïdor en les fases inicials de desenvolupament del producte	Socis (<i>partnership</i>) Mercats estratègics
Coll d'ampolla	assegurar el subministrament, àdhuc amb cost addicional	- assegurar el desenvolupament de previsions acurades - anàlisi de risc: del sector, del pes específic del comprador en el proveïdor regional o global - desenvolupament de plans de contingència	Assegurar el subministrament (<i>assurance of supply</i>) Mercats tècnics
Palanquejament	minimitzar costos a termini curt/mitjà	- recerca de proveïdors alternatius amb els nivells de qualitat desitjats - enfocament a curt termini i agressiu al mercat de proveïdors globals i regionals. equips humans de compra especialitzats i globals.	L'oferta més competitiva (<i>competitive bidding</i>) Mercats comercials
Rutinaris	optimitzar la gestió administrativa	- estandardització i reducció de referències - simplificació dels processos administratius - participació de clients interns amb proveïdors locals	Sistemes de contractació (<i>systems contracting</i>) Mercats fàcils

fig 8 Estratègia dels productes segmentats de compres

Així com els productes amb palanquejament, els de coll d'ampolla i els rutinaris són responsabilitat de la direcció de compres, els productes estratègics són responsabilitat de la direcció general, per evitar un risc de negoci, perquè no hi hagi dèficit de subministrament o perquè la competència els pot estar bloquejant amb contractes a llarg termini o participant en les poques empreses proveïdores amb capacitat de subministrament.

Cal dir també que aquesta matriu de la figura 6, anomenada de segmentació dels productes de compres, no és estàtica, sinó dinàmica i alguns productes estratègics (generalment materials nous de nous productes acabats d'alt marge) poden passar any darrere any a ser productes amb palanquejament i alguns amb palanquejament poden passar també a ser productes de coll d'ampolla, per la qual cosa és aconsellable revisar almenys periòdicament els materials de cada categoria (i per tant l'estratègia de compres, els objectius i els plans d'acció), per cada categoria de materials, ja que els seus mercats (figura 7) aniran canviant.

2.3.3 Realització d'estudis de mercat

Un cop entès el paper que compres juga en l'aconseguint de l'estratègia del negoci i les diferents tipologies de productes/serveis que l'empresa adquireix, tan sols cal conèixer el mercat on es desenvoluparà aquest procés de compra abans de poder elaborar l'estratègia de la funció de compres.

Per obtenir aquest coneixement cal realitzar estudis de mercat de compres que inclouen els passos següents:

- a. **Definir els objectius i l'abast de l'estudi.** Volem obtenir informació sobre el mercat d'un determinat producte o servei o sobre un grup concret de proveïdors que els ofereixen? Volem centrar-nos en una àrea geogràfica local o àmplia? Volem analitzar tendències macroeconòmiques del sector o tan sols l'evolució a curt termini d'uns quants proveïdors?
- b. **Planificar l'anàlisi.** Això és, el temps, el cost, els recursos necessaris i les tasques a desenvolupar. Cal preveure que en la major part de casos una anàlisi de mercat inclou una fase inicial de treball de despatx seguida d'un treball de camp.
- c. **Executar la investigació.** El treball de despatx cal que precedeixi el treball de camp per assegurar que abans de sortir a l'exterior exhaurim les fonts d'informació pròpies de l'empresa (sovint més grans del que hom inicialment pensaria) i d'altres d'externes (bases de dades, ambaixades, cambres de comerç, webs, etc.) i per assegurar que preparem de manera eficient la investigació de camp, que acostuma a ser la més costosa i difícil de repetir en cas que descobrim que ens hem deixat quelcom un cop finalitzada (un proveïdor o una zona geogràfica important). El treball de camp inclou visites a fires i a proveïdors prèviament seleccionats, missions comercials, etc.
- d. **Recollir i analitzar la informació.**
- e. **Preparar les conclusions.** Cal tenir present en aquest punt l'objectiu que va originar la investigació, l'abast desitjat i els resultats esperats ja que les conclusions han de donar resposta a aquests interessos. Cal indicar també les assumpcions preses, les qüestions que han quedat obertes i els èxits i fracassos de la metodologia emprada, per a futures recerques.

2.3.4 Elaboració de l'estratègia de compres

És arribats a aquest punt quan es pot desenvolupar l'estratègia de compres (figura 9). Per una banda, ja coneixem els objectius de l'empresa i la seva traducció dins l'àrea de compres; per una altra banda, ja hem segmentat els nostres productes/serveis, i, finalment, hem investigat els mercats de proveïdors o sectors més importants per a la nostra estratègia. Així com en el màrqueting identificar el públic objectiu, segmentar-lo i estudiar-lo són els passos previs per decidir el posicionament del nostre producte, en compres els tres passos descrits fins ara són necessaris per poder desenvolupar l'estratègia de l'àrea.

L'estratègia de compres ha de ser:

- un pla documentat de la relació comprador-proveïdor amb objectius, estratègies, implementacions i indicadors de manera integrada i coherent,
- proveïdora d'avantatges sostinguts i de llarg termini sobre els nostres competidors,
- un document viu i consensuat amb les parts afectades que serveixi com a eina de comunicació efectiva i
- part d'un procés iteratiu que doni objectius clars en un entorn canviant.

No ha de ser, però, un recull d'idees verbals compartides informalment, amb objectius a curt termini i sense indicadors ni seguiment.

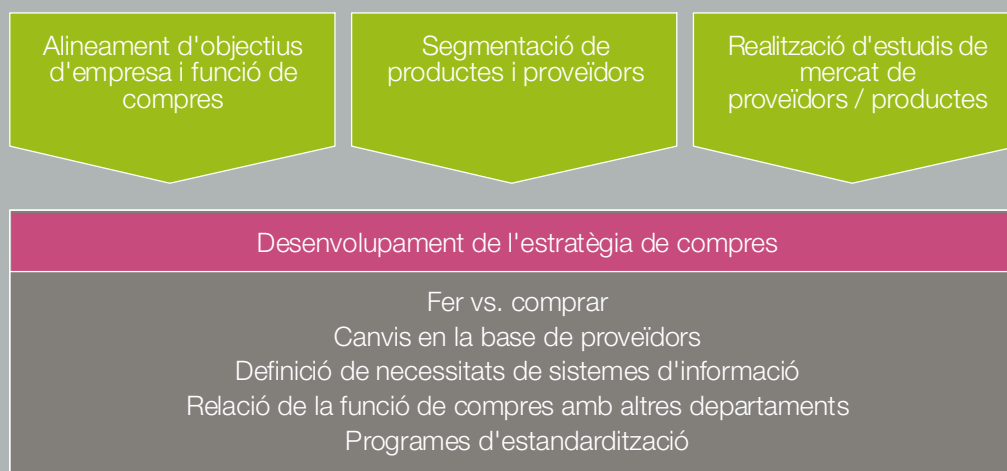


fig 9 Estratègia de compres

L'estratègia de compres ha d'incloure decisions sobre els aspectes següents:

- Fer enfront de comprar (*make vs. buy*).** Decisions de comprar a l'exterior productes o serveis desenvolupats internament formen part d'aquesta estratègia. Aquí cal que s'incloguin els avantatges quantificats de l'opció, possibles proveïdors i pla d'execució. Aquesta decisió serà molt important per als productes estratègics que hem vist.
- Canvis en la base de proveïdors.** Aquests canvis seran generalment en la línia de reduir o consolidar proveïdors en nivells d'idoneïtat: proveïdors de primer nivell o estratègics, cada vegada més grans i globals, amb qui es vol desenvolupar relacions més solides i a llarg termini comparats amb d'altres de segon nivell que es mantenen com a coixí o com a pas previ de prova abans de passar al primer nivell. També poden produir-se canvis per la recerca de fonts alternatives de subministrament, sigui per motius d'assegurar el subministrament, recerca de millores de costos o necessitat de comprar nous productes o nous processos.
- Definició de les necessitats de sistemes d'informació** per cobrir el seguiment i mesura de l'execució de les compres. També s'inclouen aquí les necessitats d'automatització del procés de compres (comunicació electrònica amb proveïdors) o d'ús de l'entorn de les noves tecnologies per realitzar la funció de compres. El futur passa possiblement per lligar-nos amb els primers nivells de les piràmides de proveïdors, els proveïdors estratègics, per via EDI o XML (*extensive mark-up language*), ja que hem vist que la competència avui dia no és entre empreses sinó més aviat entre diferents cadenes de subministrament, per la qual cosa serà més i més difícil estar amb diferents cadenes competidores, per motius de confidencialitat.

(vegeu la figura 10). Així, a la piràmide de proveïdors de la cadena de Renault potser hi haurà Michelin per les rodes, Bertrand Faure pels seients i Bosch pel sistema electrònic, i a la de Fiat potser Pirelli per les rodes, Johnson Controls pels seients i Magneti Marelli per l'electrònica.

A mesura que anem tenint més sistemes d'informació les piràmides actuals de proveïdors s'aniran convertint en xarxes comunicades. Quant a sistemes d'informació, s'aniran desenvolupant també subhastes i tota mena de requisits de compra per als productes amb palanquejament i de coll d'ampolla. També anirem tenint catàlegs electrònics per als productes rutinaris.

Models de compres

Concentrar-se en les pròpies competències

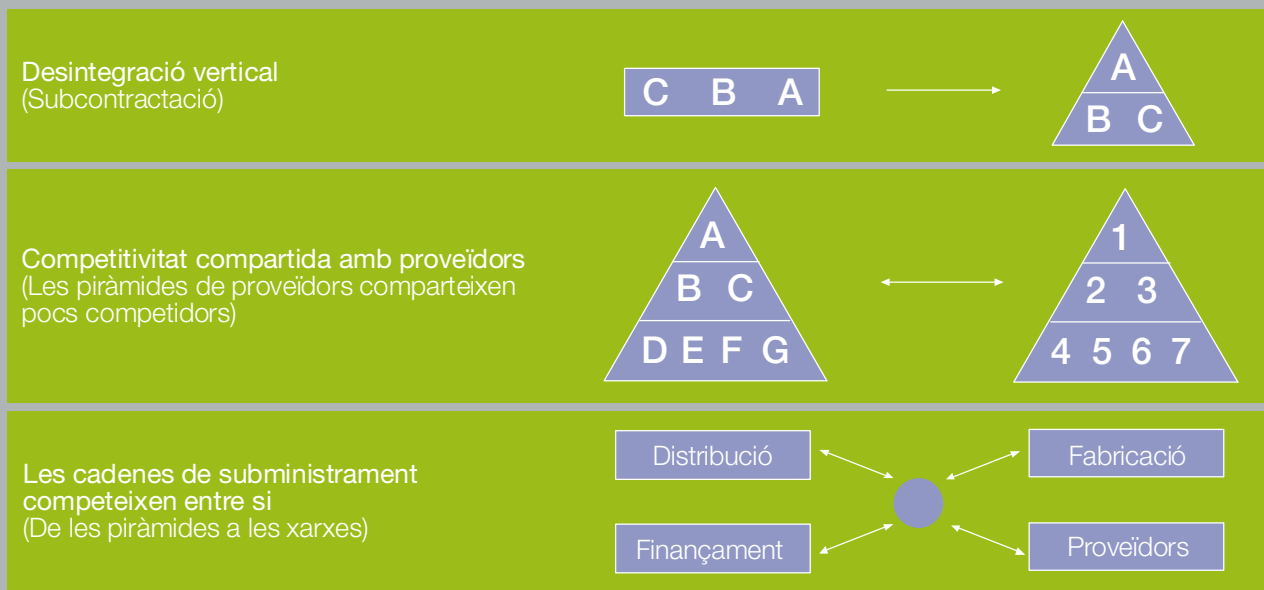


fig 10 Competència entre cadenes de subministrament

- d. **Relació de l'àrea de compres amb altres departaments de l'empresa.** Relacions amb els departaments de logística (definició de la gestió del flux d'informació i del flux físic de materials), de R+D (participació de la funció de compres en la definició i industrialització dels nous productes) o de finances (gestió del procés de pagaments, crèdits demanats als proveïdors, etc.).
- e. **Programes d'estandardització.** Centrats en la reducció de referències, materials o processos productius o en l'homologació de proveïdors per assegurar-ne que poden participar en la cadena de subministrament de l'empresa amb totes les garanties d'èxit. L'estratègia clàssica de compres, encara vigent per als productes amb palanquejament i de coll d'ampolla, consisteix a estandarditzar els productes i per tant els materials i les matèries primeres i al mateix temps anar reduint els proveïdors de primer nivell per poder augmentar el volum i incrementar el poder de negociació.

Els *Contract Manufacturers* en les empreses electròniques, una decisió estratègica *make vs. buy*

Un exemple de decisió fer vs. comprar ha tingut lloc en la subcontractació que la indústria electrònica ha fet dels processos de muntatge dels seus productes. Ericsson subcontracta la fabricació dels seus mòbils a empreses com Flextronics, i Hewlett-Packard, les seves impressores a proveïdors com Flextronics o Calcomp. Aquesta ha estat una de les raons per al desenvolupament dels anomenats en el *sector contract manufacturers* o CM. Els CM han estat empreses que partint inicialment de l'acoblament de plaques de circuits, han anat oferint serveis amb més valor afegit als dissenyadors de primers equips (OEM o *original equipment manufacturer's*) fent-se càrrec de tot el procés de muntatge i test del producte final, incloent-hi les compres dels components necessaris per a aquest muntatge i sovint ajudant en el disseny de l'electrònica. El creixement i consolidació dels CM ha estat un procés frenètic en els darrers anys gràcies a fusions que han anat realitzant-se entre ells o per les adquisicions de fàbriques que els OEM anaven venent. El creixement vegetatiu, conseqüència del ritme trepidant de l'economia mundial fins a l'any 2000, ha estat l'altre motiu de l'expansió d'aquesta indústria.

Aquests OEM han cercat en la subcontractació del muntatge i en els CM els objectius següents:

- reduir els costos a base de permetre que el CM gestionés negocis de diferents clients obtenint economies d'escala,
- variabilitzar els costos de les inversions en mà d'obra i actius de muntatge (plantes, maquinària, etc.) cap a proveïdors que poguessin reduir el risc ampliant la seva base de clients,
- reduir la complexitat de fer front als elevats volums propis d'introduccions ràpides i freqüents a base de distribuir la fabricació entre diversos CM i
- permetre a l'OEM centrar-se en les habilitats que consideren clau per a l'èxit del seu negoci (marca, disseny, etc.) desinvertint en aquelles no crítiques i consumidores de recursos interns.

Aquests processos de subcontractació han obligat els OEM a passar d'un entorn on la clau era saber fer bé les coses a un entorn on la clau està a saber especificar bé el que volen que els facin els CM. La importància que el departament de compres d'aquestes empreses ha tingut en el procés de subcontractació i recerca de proveïdors ha estat cabdal, així com en les labors de definició i acord de quines tasques prèviament desenvolupades per l'OEM podien ser transferides a aquests CM i quines quedaven dins l'empresa subcontractant.

El procés d'externalització ha estat tan profund, que fins i tot la punxada de la bombolla especulativa d'Internet i la baixada d'activitat (que ha fet revisar a la baixa molts dels contractes que els OEM tenien amb els seus CM) no han fet replantejar de nou el fet de reprendre aquest tipus d'activitats per als OEM.

2.4 Implantació de l'estratègia de compres

Aquí s'inclouen les activitats operatives pròpies del departament de compres, que són:

- Participar en el procés de disseny** del producte/servei per determinar les necessitats de compra que pugui generar, així com per influir en el disseny a fi d'obtenir els màxims beneficis de les diferents tecnologies, materials i/o proveïdors.
- Seleccionar els proveïdors.** Inclou l'anàlisi i la determinació dels proveïdors més idonis per a un determinat producte o servei i que millor s'adaptin al pla estratègic de compres elaborat en la fase anterior. També inclou la certificació de proveïdors i de productes/serveis que aquests elaboren.
- Negociar amb els proveïdors.** La negociació inclou aspectes més clàssics com el preu de compra i d'altres no tan evidents com els acords sobre compromisos de qualitat, logística del lliurament, forma de pagament, seguiment, etc. La negociació té també un caràcter temporal, i cal diferenciar la negociació d'inici d'activitat de la de seguiment d'activitat ja llançada.

- d. **Executar el procés de compres.** Comprèn la planificació i el processament de la comanda, el llançament de l'ordre de compra, el seguiment d'aquesta, la recepció (amb la gestió d'incidències) i el pagament així com les diferents qüestions posteriors a la compra que puguin sorgir com les reclamacions i devolucions.

Dins la part d'implantació de l'estratègia de compres i sense pretendre tractar tots els aspectes propis de la part operativa d'execució del procés de compres, ens centrarem en dos aspectes rellevants: la participació de la funció de compres en el procés de disseny de nous productes i l'aprovisionament.

2.4.1 La participació de la funció de compres en el procés de disseny de nous productes

El desenvolupament d'un nou producte passa per les fases següents (figura 11):

- a. **La definició dels objectius de disseny** que el nou producte ha d'aportar per tal de cobrir les necessitats dels clients tal com les defineix màrqueting.
- b. El desenvolupament de prototipus que permeten provar la **viabilitat del disseny** (3) des del punt de vista de l'acompliment dels objectius definits en l'etapa anterior així com des del punt de vista de l'estabilitat de les solucions tècniques proposades per aconseguir-los.
- c. Finalment, la **industrialització**, on es verifiquen les capacitats dels mitjans productius per aconseguir les especificacions comprovades en el disseny, es comencen a fer les primeres proves de volum (en nombre d'unitats) i es revisa la posada a punt dels elements productius per afrontar la manufactura en massa. Aquesta fase passa per l'elaboració de presèries de producció que permeten verificar els punts esmentats.

Totes aquestes etapes en el disseny de nous productes plantegen una sèrie de reptes per a la funció de compres:

- a. Assegurar que el disseny desenvolupa unes especificacions i uns materials que permetin més endavant la industrialització per part dels proveïdors sense excessius problemes de qualitat o de costos extrems. Les toleràncies que un enginyer de disseny pot especificar per a una peça de plàstic poden ser excessivament rigoroses pel tipus de plàstic a emprar. Si això no s'identifica a temps, pot generar uns costos extrems importants en el procés de fabricació.
- b. Assegurar que el disseny fa un ús òptim de l'especificació de materials i dels processos productius per minimitzar el cost del producte final i optimitzar-ne la qualitat. Els enginyers de disseny tenen tendència a minimitzar el risc a base de reutilitzar materials i solucions que ja els han funcionat en el passat. És part de la feina de la funció de compres assegurar-se que l'equip de dissenyadors coneix les possibilitats tècniques en nous processos i materials que els proveïdors poden aportar i que millorin les característiques (prestacions, qualitat o cost) dels productes dissenyats.
- c. Evitar els dissenys excessivament dirigits cap a un proveïdor determinat. Si solucions anteriors amb un proveïdor han funcionat en el passat, el disseny pot tendir a desenvolupar especificacions tenint present les característiques del proveïdor que ha treballat amb nosaltres en el passat. Compres ha d'assegurar el desenvolupament d'especificacions que permetin posteriorment la possibilitat de presentar-les a un ampli nombre de proveïdors.

(3) Vegeu la *Guia de Gestió del Disseny*, CIDEM, 2003

- d. Assegurar l'estandardització i la minimització de materials i dissenys. La no-prolifерació d'un gran nombre de materials (diferents resines plàstiques, per exemple) i l'estandardització de dissenys (en la línia de la tecnologia de grup, *group technology*, en què es defineixen els components per la similitud en el seu procés de fabricació) han de permetre augmentar la flexibilitat en la producció, la simplificació de la manufactura i el suport posterior.

Aquests reptes tenen la particularitat que costen més d'aconseguir per part de compres com més tard s'afronten dins del cicle de vida propi del procés de desenvolupament. La introducció d'un nou material en la fase d'industrialització pot obligar l'equip de disseny a tornar a la fase de prototipatge per assegurar-se que el nou material aconsegueix les especificacions de producte desitjades als tests de funció o vida.

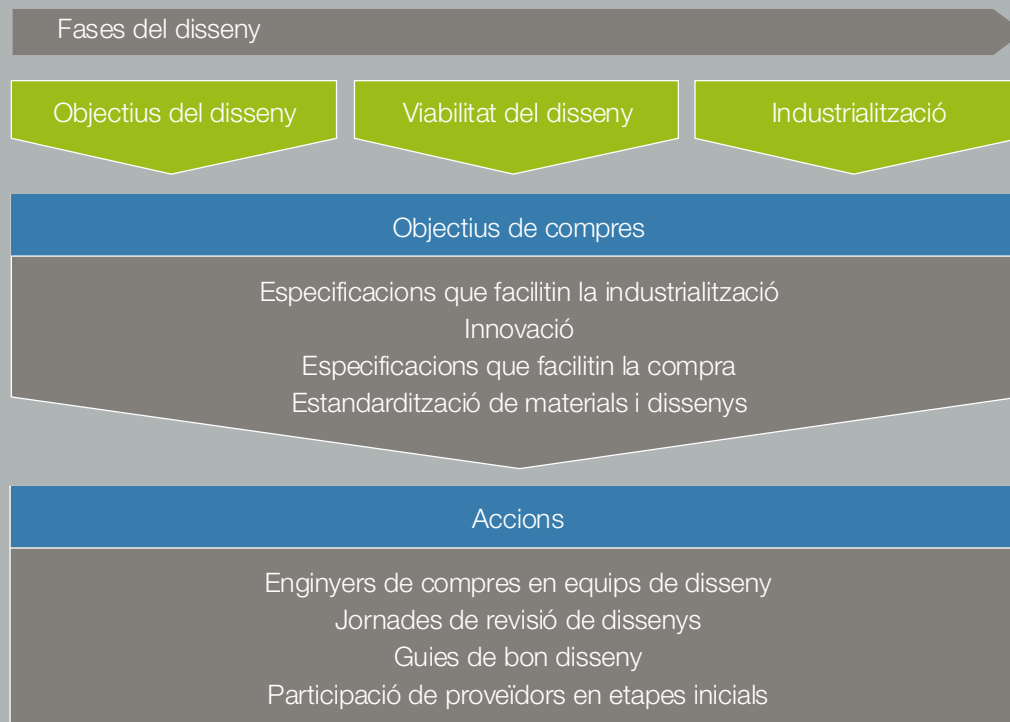


fig 11 Desenvolupament d'un nou producte

La funció de compres pot afrontar aquests objectius des de diferents solucions (sovint complementàries):

- Assignant **enginyers de compres** als equips de disseny que facin de pont entre els enginyers de disseny i les capacitats i innovacions existents al mercat dels proveïdors d'aquests tipus de solucions.
- Implantant **jornades de revisió de prototipus** des del punt de vista del DFM (disseny per a fabricació, *design for manufacturing*), on, entre d'altres, l'equip de compres pot fer propostes sobre possibles millores en el disseny que han de facilitar la posterior contractació dels elements que s'hagin d'adquirir a l'exterior.
- Desenvolupant **guies de disseny**, que recomanin, per exemple, la prioritat en l'ús de diferents resines plàstiques per part de l'equip de disseny o que indiquin les màximes toleràncies que es poden aconseguir amb els diferents tipus de materials en processos de fabricació estàndard.

- d. Assegurant que els **proveïdors participen en les fases primeres** de disseny, sigui participant en les revisions oficials de prototipus, reunint-se amb els enginyers de compres i de disseny en determinats moments del procés de desenvolupament del nou producte, encarregant-se del desenvolupament d'una part del disseny o fins i tot assignant enginyers del proveïdor residents en els equips de disseny, compres i logística d'aprovisionament de l'empresa compradora. El que al capítol 3 anomenàriem JIT II, o sigui, segona etapa del *just in time*.

Si dins l'empresa la col·laboració entre compres i disseny no s'ha afrontat en el passat, és aquesta una de les àrees on de manera immediata poden obtenir-se més beneficis, especialment per la dificultat de fer canvis un cop el producte ja s'ha llançat. És, però, un dels canvis organitzatius més difícils d'implantar tant per la diferent mentalitat dels elements que hi participen com per la disparitat d'objectius que es dóna sovint. Cal, per tant, un alt grau de suport per part de la direcció, que ha d'estar disposada a patir i solucionar els conflictes que entre compres i disseny (R+D) puguin sorgir durant el procés de desenvolupament.

2.4.2 L'aprovisionament com a eina competitiva en el procés de compres

La comercialització detallista, dins el màrqueting, es dedica a identificar quines són les variables més importants de disponibilitat i accés als nostres productes pel que fa als diferents tipus de clients que dins el canal de distribució els adquireixen. Un cop agrupats aquests clients segons les variables rellevants, es dedica a dissenyar la logística del canal perquè satisfaci les seves necessitats.

Així, pel que fa al consum a través de grans superfícies, s'hauran d'estructurar logístiques que facin prevaler l'exactitud del moment del lliurament, la minimització dels costos i la capacitat d'entregar volums elevats. Per contra, pel que fa al consum a través del petit detallista, caldrà fer prevaler la freqüència, els petits volums en cada entrega i la possibilitat que en l'entrega es realitzin labors de suport a la preparació de la propera comanda.

Per tal d'aconseguir satisfer aquestes variables de temps i volum, el fabricant pot associar-se amb d'altres protagonistes dins el canal (majoristes, distribuïdors, operadors logístics, centres de consolidació, etc.) que permetin d'aconseguir-les amb un cost raonable.

L'aprovisionament dins les compres ha d'aconseguir els mateixos objectius que el detallisme dins el màrqueting, tenint en compte que ara les variables rellevants dels clients per la comercialització es converteixen en característiques rellevants dels materials adquirits per les compres. La matriu de tipologia de productes comprats esmentada en el punt 2.3.2 pot servir-nos de punt de partida en aquest procés.

A les variables de risc de subministrament i impacte de la compra en els resultats de l'empresa n'hi afegirem d'altres de rellevants per al nostre negoci com el valor de l'element comprat, la rapidesa en l'obsolescència, la mida del producte comprat o la distància del proveïdor. Un cop fet això determinarem, dins aquest grup de variables, les més crítiques per a nosaltres i agruparem aleshores els productes que comparteixen una tipologia de variables semblant. Serà llavors quan podrem dissenyar canals d'aprovisionament optimitzats per a aquests grups de productes. Així, les peces de mida més gran i amb proximitat del proveïdor poden subministrar-se amb lliuraments directes del proveïdor lligades al ritme de consum del comprador. D'altra banda, pel que fa a les peces de proveïdors llunyans però de cert valor es pot mirar d'implantar un procés de subministrament controlat pel proveïdor tipus estocs gestionats pels proveïdors, o sigui, VMI (*vendor managed inventory*). Si en lloc de parlar de compres parléssim de distribució, el mateix programa es diu de reaprovisionament continu i es fa entre la gran superfície i els fabricants de gran consum.

El que importa és adonar-se que hi ha tipus de subministrament diferents i que aplicats de manera

intel·ligent a les peces adequades poden esdevenir un avantatge competitiu per al procés de compres.

En aquesta tipologia de subministraments podem incloure'n hi, de manera independent o combinats entre si, alguns com els següents (figura 12):

- a. **Subministrament JIT** (just a temps, *just in time*), en què els components es subministren directament des del proveïdor al lloc més proper al punt de consum del client, en petites quantitats i entregues freqüents (minimitzant, per tant, els estocs) i en funció del consum real i no del planificat. Això obliga a un elevat grau de qualitat per evitar sorpreses especialment desagradables quan es disposa de poc estoc i a un elevat grau de relació client-proveïdor per tal de compartir la informació de la producció. Un exemple d'aquest subministrament seria el d'un fabricant de carcasses de plàstic per a televisors que n'entregués tràilers sencers al muntador dels televisors en funció del ritme de fabricació d'aquest. Les carcasses es descarregarien directament del tràiler per entregar-les a la línia de muntatge i l'operació podria fins i tot ser realitzada per personal de l'empresa subministradora.
- b. **Subministrament VMI** (estoc gestionat pel proveïdor, *vendor managed inventory*), en què els components els subministra directament el proveïdor en funció del seu criteri i tenint en compte l'estoc que dels seus productes hi ha a casa del client i de la informació que aquest li dóna sobre el consum present i la previsió de consums futurs dels seus components. Un fabricant de components electrònics passius (resistències, condensadors, etc.) treballant sota aquest tipus de subministrament amb un muntador de plaques determinaria el subministrament de components al comprador en funció de les seves existències a casa del comprador, el consum diari d'aquestes i les previsions futures de fabricació del muntador. La informació podria enviar-la directament el muntador o un proveïdor logístic en cas que tingués aquesta funció d'emmagatzematge subcontractada.

La introducció del concepte de gestió integral de cadena de subministrament ha canviat totalment la forma d'operar de la planta de Sony de Viladecavalls. És la mateixa fàbrica qui monitoritza les previsions de vendes i nivells d'estoc dels seus clients (cadena de demanda que veurem amb més detall al capítol 4) i decideix el producte a enviar per assegurar un horitzó de vendes de 10-15 dies. Aquest model es coneix com a BTR (build to replenishment, 'fabricar per reposició'), i es contraposa al model de BTO (build to order, 'fabricar sota comanda') seguit fins al 2001. Per a la implantació d'aquest model ha calgut un període de transició amb clients pilot i gestió manual, al qual gradualment s'han incorporat la resta de clients fins a assolir la total implantació, amb el suport dels sistemes d'informació (Oracle)(4).

- c. **Subministrament amb ajornament** (*postponement*) **de fases productives**, en què el proveïdor espera l'últim moment per acabar el component que ens ha d'entregar un cop sap exactament quin tipus d'ús se'n farà. Així, un fabricant de para-xocs en pot tenir un estoc de pintats disponible, però esperar fins que el fabricant de vehicles li indiqui el tipus i el color del cotxe que s'està començant a muntar a la línia de producció per procedir a acabar-lo (motlures, llums, etc.) abans d'entregar-lo. D'aquesta manera el proveïdor s'estalvia de mantenir un gran nombre de referències de producte acabat mentre que el fabricant de cotxes redueix el nombre de components estocats en línia.
- d. **Subministrament per ordre de compra planificada de l'MRP**. Aquest és el subministrament més clàssic, que genera les peticions d'entrega segons una planificació de la producció basada en la previsió de vendes i els nivells d'estocs disponibles dels diferents elements (MRP), tal com detallarem al capítol 5.

(4) Casos d'èxit d'empreses guanyadores amb els Premis a la Innovació Tecnològica, CIDEM, 2002

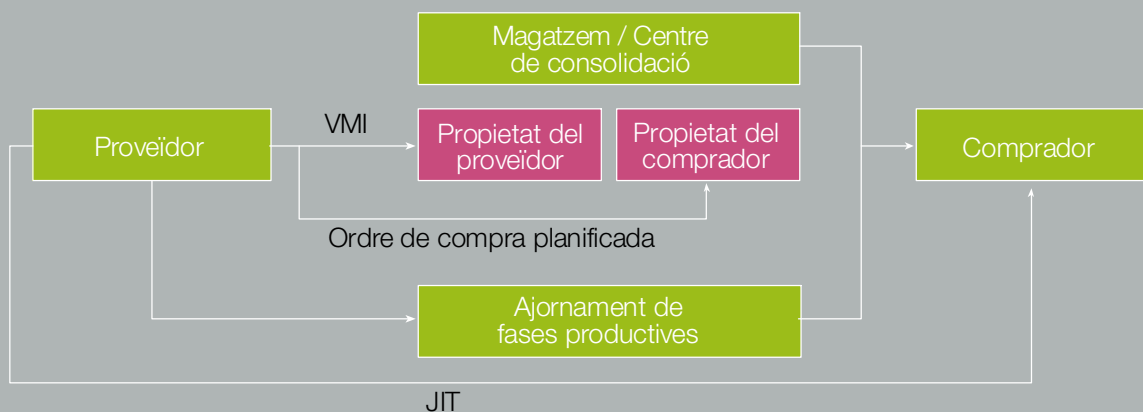


fig 12 Models de subministrament

Tots aquests models que avui s'apliquen a molts sectors com el de l'electrònica varen sortir del sector de l'automòbil.

Seat a Martorell aplica el sistema JIT (just a temps) de la figura 13 amb el seu parc de proveïdors per al muntatge de grans mòduls a Abrera i el seu centre de consolidació per a peces petites a tocar les línies de muntatge de Seat.

Centre logístic Martorell

Instal·lacions essencials necessàries per a garantir el subministre JIT, seqüenciat de peces i pre-muntatges a la línia de muntatge

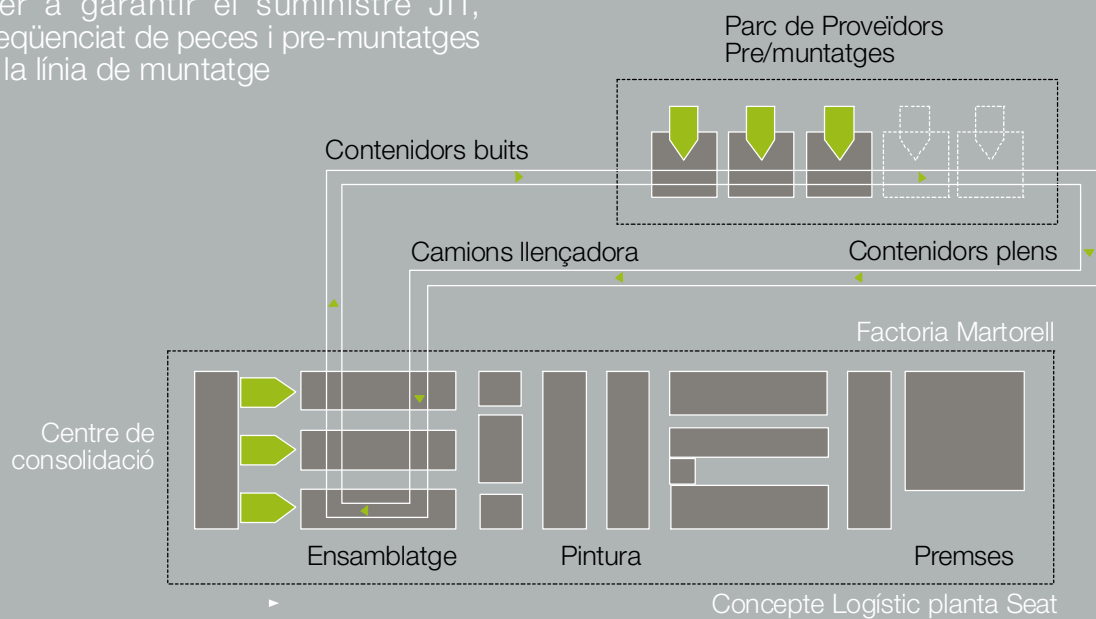


fig 13 Model d'aprovisionament de Seat a Martorell

2.5 Mesures de la funció de compres

Un cop realitzats tots els passos propis de la planificació, execució i mesura, i amb la informació disponible dels indicadors d'acompliment d'objectius, és el moment de revisar tant les estratègies elaborades com l'èxit en l'execució d'aquestes. Fruit d'aquest exercici poden sorgir canvis en els plans com ara:

- la revisió de l'alineament dels objectius,
- la realització de nous estudis de mercat de compres i
- la revisió de l'estratègia.

També poden sorgir canvis en el procés d'execució (sobretot si les desviacions provenen més d'una mala implantació de l'estratègia que de l'estratègia en si).

Les activitats exposades en els quatre apartats anteriors han de ser realitzades de manera continuada per assegurar que la funció de compres manté els seus objectius clars i que executa d'una manera orientada a la consecució d'aquests objectius.

Entrarem ara a revisar els punts més importants de cadascuna de les quatre fases del cicle abans indicats.

Per poder veure si la funció de compres assoleix els objectius que s'havia fixat (és efectiva) amb una utilització dels recursos òptima per aconseguir-los (és eficient) cal mesurar de manera quantitativa, sistemàtica i continuada en el temps certs indicadors que reflecteixin l'aconseguint d'aquests objectius. La mesura d'indicadors permet:

- revisar de manera objectiva tant l'estratègia de compres com la seva execució per prendre'n les accions correctores corresponents,
- motivar l'equip de compres donant visibilitat i objectivitat als resultats dels seus esforços, i permetre definir objectius individualitzats i ajudar a la presa de decisions dels compradors,
- permetre una millor comunicació amb d'altres departaments, i objectivitzar els problemes i deixar clares les prioritats i les variables competitives per les quals es treballa des de compres.

Finalment, qualsevol indicador ha de tenir un objectiu al qual es vol arribar i un límit per sota del qual es considerarà aquesta mesura fora de control. La fixació d'aquest objectiu i límit previ a la mesura de l'indicador permet definir quins són els objectius perseguits.

A part de la mesura d'indicadors i com un element més del seguiment de l'efectivitat i l'eficiència d'un departament de compres, hi ha la valoració dels proveïdors estratègics de l'empresa compradora. Aquesta valoració, que es realitza un o dos cops l'any i que es centra en aquells proveïdors crítics (els proveïdors més rellevants dins el quadrant de productes estratègics, punt 2.3.2), permet revisar de forma qualitativa i quantitativa aquest grup de proveïdors i assegurar-ne la integració dins la cadena de subministrament de la nostra empresa a base d'alinear els objectius de client i proveïdor i establir relacions a llarg termini.

2.5.1 Indicadors

Un departament de compres té cinc grans grups d'indicadors que mesuren el seu correcte funcionament:

1. Indicadors d'innovació, que mesuren els nous materials o serveis utilitzats i els nous subministradors.

2. Indicadors de serveis, que mesuren les quantitats lliurades i el temps d'entrega.
3. Indicadors de cost, que mesuren el cost dels productes i serveis comprats, així com les evolucions històriques dels costos i les causes que provoquen alteracions.
4. Indicadors de qualitat, que mesuren la qualitat del producte o servei comprat.
5. Indicadors de flexibilitat, que mesuren l'efectivitat amb què els productes o serveis comprats s'integren en el flux de materials propis de l'empresa (temps de les entregues, flexibilitat de resposta a canvis de pla, etc.).

D'altra banda, aquests cinc grups d'indicadors tenen dues diferents versions segons les visions que persegueixen:

- a. Els indicadors que mesuren l'efectivitat i l'eficiència de la funció de compres des del punt de vista dels seus clients, que segurament són les més importants.
- b. Els indicadors que mesuren l'efectivitat i l'eficiència de la funció de compres des del punt de vista intern del departament.

Aquest segon grup d'indicadors suporten els anteriors amb una atenció a la dinàmica interna de la funció de compres, i mesuren les funcions pròpies del departament de compres que permeten aconseguir uns indicadors d'atenció al client òptims.

Indicadors en un fabricant d'eines de bricolatge

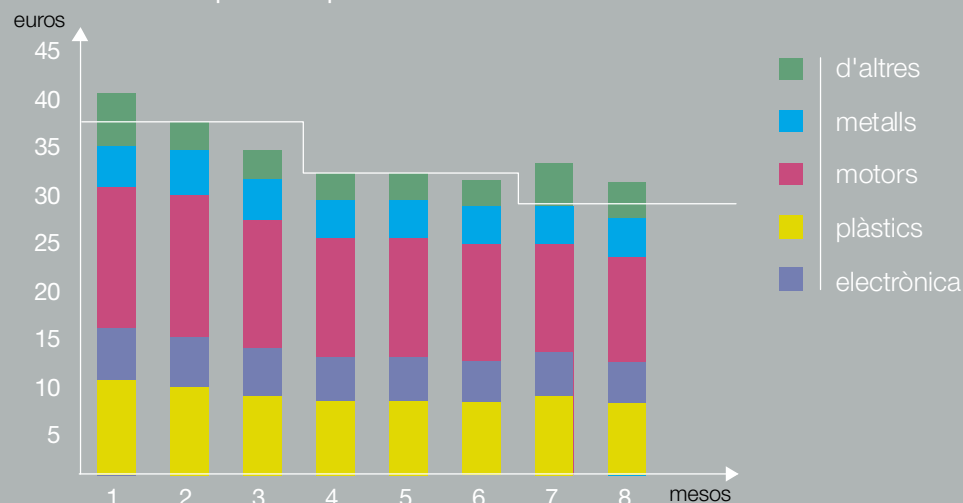
Un fabricant de màquines eina de bricolatge per a la llar té uns indicadors de la funció de compres en atenció als seus clients interns que es centren en el cost (vegeu la figura 14) per producte acabat dels components comprats i en el percentatge de parades de la línia de producció degudes a problemes dels productes comprats, siguin per qualitat (producte defectuós que entorpeix el funcionament del procés de muntatge) o entrega (entregues tardanes on en quantitat inferior a l'esperada). Amb aquests indicadors és capaç de veure la qualitat del servei que proveeix als seus clients (operacions i controls) i pot discutir amb ells propostes de millora objectives.

D'altra banda, desenvolupa uns indicadors interns del departament que suporten els de qualitat de servei als seus clients abans esmentats i que són:

- a. cost de les peces més rellevants adquirides pels seus compradors, amb objectius de reducció en el temps,
- b. nivells d'estoc agregats i per referències gestionades pels diferents compradors,
- c. percentatge de defectes i valor d'aquests per grup de peces i proveïdor, indicant el tipus de fallida (si és un fet singular o problemes aleatoris, vegeu la figura 15),
- d. percentatge d'entregues fora de termini per proveïdor i per forquilla de la variació respecte al termini pactat i
- e. nombre de peces que es troben en situació crítica respecte al seu subministrament.

Tots aquests indicadors tenen els seus objectius i límits inferiors de qualitat preestablerts i un nivell d'agregació corresponent al fòrum on es revisen, i s'hi diferencien, per exemple, l'agregació pròpia del seguiment del departament de la del seguiment de la feina dels diferents compradors.

Cost de compra Trepant MX10



Defectes línia de producte trepant

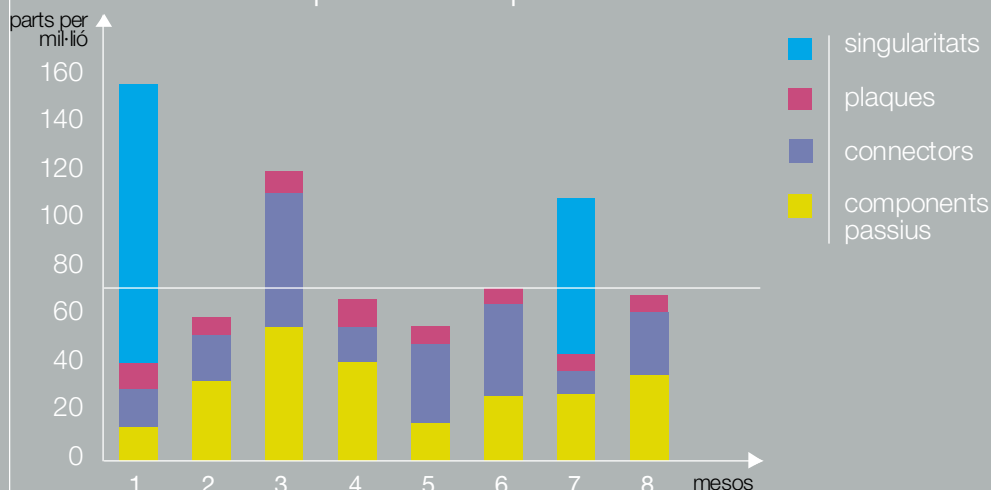


fig 15 Indicadors interns d'un fabricant de màquines eina

El darrer tema mencionat en l'exemple d'indicadors referent al nivell d'agregació és d'extrema importància per permetre una visió real del funcionament de l'àrea de compres i de les possibles mesures correctores. Agregacions excessives dificulten el seguiment a base de fer una mitjana de diferents factors, que sovint es compensen entre ells, cosa que impedeix l'anàlisi correcta del problema. Per evitar aquesta situació, que es dona sovint en la valoració del cost del material comprat en el producte acabat, un important fabricant de productes d'electrònica de consum escollia tres productes representatius de la seva cartera (per exemple, els productes de més volum de producció o sotmesos a major competència per d'altres fabricants) i hi seguia l'evolució del cost de les compres de forma unitària i mensual. D'aquesta manera podia tenir una visió real i immediata de les accions dels seus compradors sobre el cost de venda d'aquests productes i conèixer el posicionament quant a costos d'aquests productes en el mercat.

2.5.2 Valoració de proveïdors

L'altre punt important en la mesura del departament de compres, i que actua com a complement/continuació dels indicadors, és la valoració dels proveïdors.

Aquesta valoració de proveïdors consisteix en la revisió periòdica, quantitativa i qualitativa, del funcionament dels proveïdors pel que fa als resultats dels indicadors en unes àrees definides com a importants per a la consecució dels objectius de l'empresa compradora. Aquesta revisió es fa amb els proveïdors més importants (els que ens subministren productes o serveis estratègics segons la definició mencionada al principi) un o dos cops l'any i de manera presencial. Té també com a objectius:

- a. definir les prioritats per als següents períodes, i redefinir, si cal, els indicadors que s'empraran i/o els nous objectius i límits d'aquests, de manera que el proveïdor pugui anar-se adaptant als canvis a què es veu sotmès el comprador,
- b. assegurar que els objectius del comprador i del venedor estan alineats, tant en el curt termini com en el llarg termini i
- c. anar edificant les relacions a llarg termini, bàsiques pel que fa als proveïdors considerats estratègics.

Pot acabar amb la valoració quantitativa global del proveïdor, que li permet comparar-lo amb d'altres del mateix client i que identifica les àrees de potencial millora.

En un entorn canviant on, com es discutia al principi del capítol, la força de les empreses depèn de la fortalesa de les seves cadenes de subministrament i dels protagonistes que les componen (proveïdors, subministradors de serveis logístics, etc.), la rapidesa en l'adaptació a les noves circumstàncies de tots els membres de la cadena de subministrament és clau per a la supervivència. La valoració dels proveïdors és una eina primordial per assegurar aquesta adaptabilitat a base de la correcta integració proveïdor-client i la millora de la seva relació en el temps.

Les valoracions de proveïdors es basen en els indicadors recollits en els darrers períodes (punt 2.5.1) i poden centrar-se en les àrees següents:

- a. **cost** dels materials i serveis i dels transports,
- b. **qualitat** de les matèries primeres o mòduls,
- c. **subministrament** amb quantitat i temps,
- d. **capacitat tecnològica**, tant en els processos dels proveïdors com en la seva participació en la innovació dels productes del client,
- e. **flexibilitat** d'adaptar-se als canvis del client,
- f. **estabilitat financera** o risc que en un futur problemes financers del proveïdor puguin posar en perill la seva continuïtat i
- g. **estil de gestió**, mesurat com el grau de coincidència de la cultura i les estratègies de l'empresa proveïdora amb les de la compradora.

I amb aquesta introducció als indicadors donem per acabada aquesta petita exposició de l'estratègia de compres i anem a veure'n les conclusions.

2.6 Conclusions

Així com hem après a vendre en nous mercats i hem investigat nous clients i segmentat els nostres productes i serveis, igualment hem de fer quant a les compres, que cada vegada hauran

de ser també més globals. Això és el que anomenem **màrqueting de compres**, o sigui, aplicar els mateixos conceptes de mercat a l'altre extrem de la cadena de subministrament.

Hem de segmentar els nostres productes de compres tal com hem vist a les figures 6 i 7, i no perdre de vista els productes estratègics ja que el nostre negoci es podria aturar si ens manquen, (i per tant han de ser responsabilitat de la direcció general).

Implantar una política de compres adequada per a cada grup de productes a comprar o fabricar (els estratègics, els de coll d'ampolla, els de palanquejament i els senzills de la figura 8) serà el que donarà avantatge competitiu a les nostres compres.

Veiem a la figura 16 que els estalvis de compres van directament a la línia de benefici del nostre compte de resultats. A l'exemple d'aquesta figura veiem que un estalvi en les compres del 5 % pot produir un increment de benefici del 50 %. Aquests estalvis són els que ens han de permetre invertir en sistemes d'informació que ens lliguin amb els nostres principals proveïdors (el que anomenem a ESADE, *hubs* de compres).

Els estalvis aniran directament al resultat final

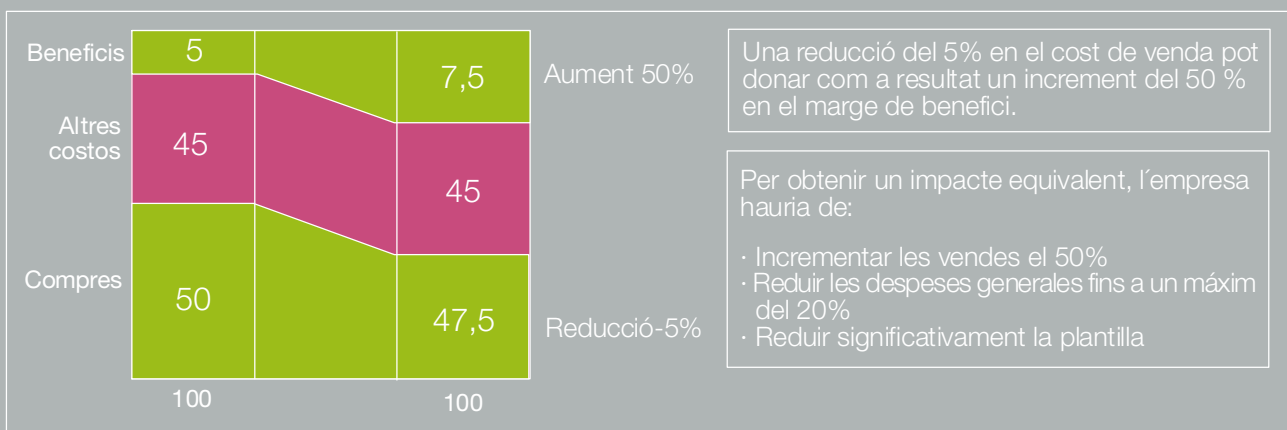


fig 16 La competitivitat del màrqueting de compres

Les compres del sector de l'automòbil han estat fins ara potser el model principal que altres sectors com l'electrònica han adaptat, tant pel que fa a les compres, com pel que fa al model d'aprovisionament de la logística de compres.

Un model d'aprovisionament JIT semblant al de la figura 13 de Seat Martorell que ja hem vist és el que trobem també al sector de l'electrònica de consum en els casos de Hewlett-Packard i de Sony (figura 17), ja que el valor afegit a les compres és molt alt.

Aquests mateixos conceptes s'aniran aplicant i adaptant també als sectors de gran consum i farmacèutic, que han estat més centrats fins ara en la distribució, que és allà on es centrava el valor afegit d'aquests negocis tal com veurem al capítol 4. Cap sector podrà oblidar-se, doncs,

de ser competitiu als dos extrems de la cadena de subministrament i, per tant, de considerar la distribució i també les compres com a àrees estratègiques que ens ajudin a ser més innovadors i, en conseqüència, més competitius.

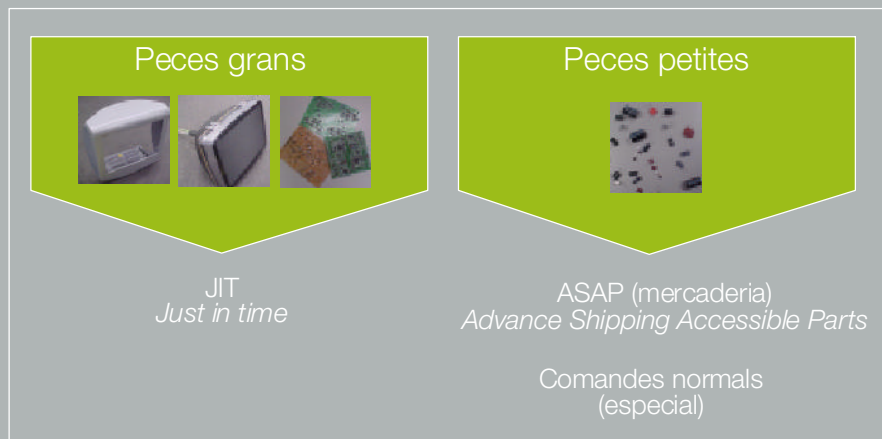


fig 17 Model d'aprovisionament JIT a Sony Viladecavalls

3.1 Introducció

L'àrea de producció, també anomenada de fabricació, ha estat històricament el nucli i punt de partida de moltes empreses industrials del nostre país, i tot i que és un dels processos fonamentals de les empreses (produir està dintre el procés fonamental de la cadena de subministrament tal com ja hem vist al capítol 1), quant a valor afegit i per tant impacte en els resultats, sovint quan parlem d'innovació en el món de les operacions ens oblidem dels sistemes de producció. Així, si parlem d'innovació acostumem a pensar en processos de desenvolupament de producte, de fluxos logístics o de sistemes d'informació. Tot i això, els sistemes de producció no només són susceptibles d'innovar, sinó que en un entorn canviant i de mercat global han de ser modificats amb el triple objectiu d'**orientar-los al client, de fer-los més flexibles i ràpids, i de reduir constantment els costos d'operació**.

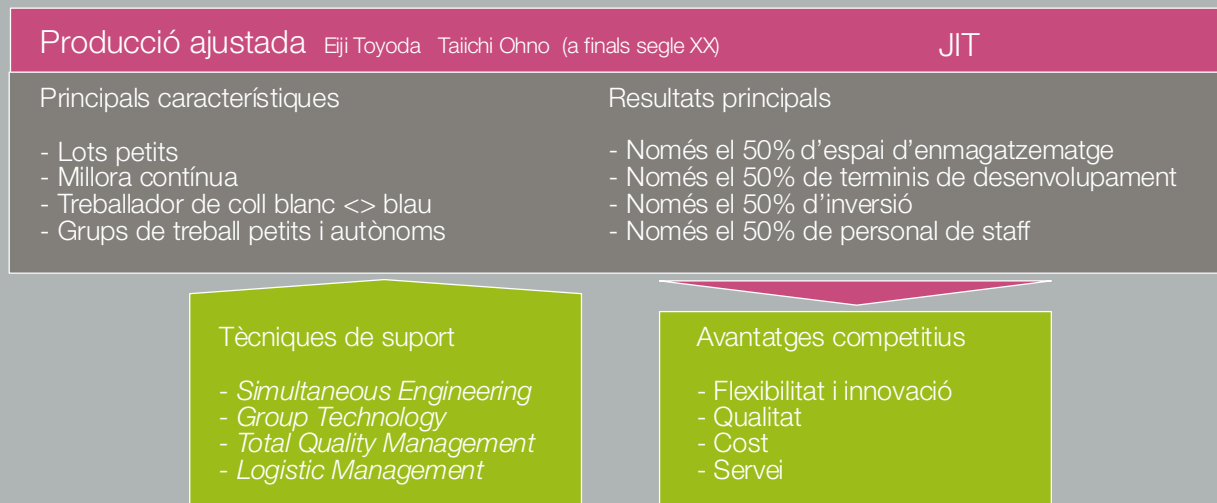
No fa tant de temps que el format únic de producció era el taller altament flexible, que feia productes a mesura, d'alta qualitat però que eren cars, a causa de la seva organització de producció artesanal (figura 1, *craft production*). Fins als anys vint, al període entre les dues guerres mundials, no es va saber produir d'una altra manera. Aleshores van emergir els sistemes d'organització de producció en sèrie, estandarditzats, amb elevada divisió del treball, tot fabricant de forma repetitiva i en grans volums, la qual cosa millorava principalment els avantatges competitius de cost unitari i servei, però sacrificava la flexibilitat, ja que l'objectiu era produir altes quantitats de productes idèntics a baix cost.

En aquest capítol ens centrarem en el sistema anomenat JIT (*just a temps, just in time*), que és una combinació dels dos anteriors (tallers i producció en massa) i que va aparèixer l'any 1949 sota el guiatge de l'empresa japonesa Toyota. El JIT neix en el context d'una nova filosofia organitzativa impulsada pels japonesos: la producció ajustada (*lean manufacturing*). Aquest és l'únic model o filosofia de producció amb el qual es pretén millorar totes les variables competitives de forma simultània (innovació, qualitat, flexibilitat, cost i servei). Avui dia ja està emergint, però, un nou sistema de producció que sens dubte serà una combinació dels dos últims, o sigui, de la producció en massa i del JIT: la personalització en massa (*mass customization*) i que consisteix a produir en grans lots però personalitzats des de l'inici del procés.

En aquest capítol introduïrem els elements essencials per entendre com s'han d'enfocar els processos de canvi en els sistemes productius JIT (avui dia ja considerat com un clàssic), i presentarem les metodologies per dur-los a terme. Per a l'estudi d'aquest sistema de producció abordarem el problema primer des d'un punt de vista de flux de producció (producte i informació), estudiant com mesurar-los i millorar-los, i tot seguit de com implantar els processos que formen aquest fluxos.

No podem obviar, en aquesta exposició, la importància del concepte de clúster (figura 2), les concentracions geogràfiques d'empreses que tenen en comú relacions de client-proveïdor i que comparteixen tecnologia i recursos humans i infraestructurals. El manteniment, la sostenibilitat i la millora d'aquests clústers passa no solament per les accions del sector públic, sinó també per la dinàmica interna d'innovació que han de portar a terme les empreses que en formen part i que faran que aquests clústers puguin dissenyar i fer cada vegada productes de més valor afegit. L'existència d'un clúster industrial pot condicionar l'estratègia de deslocalització, integració o desintegració d'activitats productives, de disseny i desenvolupament, de recerca bàsica o de logística.

Producció simplificada (*Lean Production*)



La posició de lideratge en el mercat s'aconseguirà utilitzant només els avantatges combinats de la *craft* i la *massproduction* amb les tècniques de suport adequades.

fig 1 Models històrics de producció

Clúster, exemple en indústria electrònica

Àrea geogràfica	Budapest (Hongria)
Proveïdors	Natsteel, Max Magiar, Elcoteq
Embalatges	EPS, IP
Serveis Logístics	TNT, Hungarocamion
Contract Manufacturers	Flextronics, SCI, Solelectron
Infraestructures	Carreteres, videoconferència
Institucions	Govern, universitat
Clients	Philips, Grundig, Epson, HP

Miniclústers dins del clúster

Alfаметal, Flextronics dins del miniclúster de Siemens a Guadalajara (Mèxic)

"Clústers són concentracions geogràfiques de companyies i institucions interconnectades en un camp determinat, que comprenen un conjunt d'indústries relacionades i altres entitats importants per a la competència."

(Michael Porter, *Harvard Business Review*, desembre 1998)

fig 2 Concepte de clúster

3.2 Indicadors d'un sistema de producció

Sota un punt de vista estrictament empresarial, l'indicador més important en un procés de negoci podria ser el temps que triguem des que comprem matèries primeres fins que cobrem dels nostres clients pels béns o serveis que hem fabricat. Minimitzar aquest temps implica, per una banda, fabricar i distribuir allò que realment sabem que vendrem i, per una altra, fer-ho en el mínim temps possible.

El temps que triguem a comprar matèries primeres, fabricar un producte i distribuir-lo s'anomena temps de lliurament (*lead time*, LT) logístic (figura 3). Això és el temps transcorregut des que adquirim la matèria primera fins que lliurem el producte acabat. El que tardem a produir es dirà temps de lliurament (*lead time*, LT) de producció. És clar, però, que si tenim estocs preparats (per exemple, de matèria primera) reduïrem el temps logístic total (LT logístic), encara que no serà la millor forma de fer-ho ja que el client no ens pagarà més perquè mantinguem estocs. L'estoc conjuntament amb la producció de defectes i la sobreproducció són potser els pitjors de tots els malbarataments (allò que no afegeix valor als nostres productes), que el JIT té l'objectiu principal d'eliminar tal com podem veure a la figura 4. Quin valor afegeix al producte tenir un magatzem d'estocs de matèria primera, de producte semielaborat o de producte final esperant per ser venut?

El punt clau, doncs, és que almenys el temps de produir i distribuir per anar bé ha de ser més petit que el cicle de comanda del client (allò que el client està disposat a esperar), ja que així podrem treballar per comanda i no per previsions (que són menys acurades a mesura que la distància temporal i el LT de producció es més gran). L'aplicació de tecnologia logística i de producció i de tècniques organitzatives del JIT ens pot ajudar decisivament a aconseguir-ho. És a dir, a avançar cap al model d'empresa de resposta immediata. En la mesura que el temps de resposta tendeix a zero, és més innecessari mantenir estocs per assegurar el nivell de servei.

El Lead-Time Gap



El lead time gap és el temps que hem de fer previsió. Com més gap, més error en les previsions.

fig 3 *Lead time logistic*

Per mesurar el temps que triguem entre que comprem i venem fem servir també els girs d'estoc; això s'obté de dividir les vendes d'un període de temps determinat per l'estoc mitjà d'aquest mateix període. Aquests són indicadors del flux productiu. Els girs d'estoc també els podríem separar segons si consideréssim les existències de matèries primeres, de productes en curs o de producte acabat per distribuir. Incrementar els girs d'estoc i reduir el temps dels processos o dels transports sembla que serà en la major part de sectors (especialment aquells on la tecnologia o la moda són fonamentals) l'objectiu més important de tots per avançar cap al model d'operacions àgils (*agile operations*) del segle XXI.

Abans hem dit que la innovació en els sistemes de producció té com un altre dels objectius prioritaris orientar-los cap al client. En aquest sentit, hem de tenir indicadors propis de client. Mes enllà dels mesuradors de satisfacció del client, que són de difícil estimació i que en tot cas ens arriben quan ja s'ha produït la satisfacció o insatisfacció, des de producció hem de mesurar constantment el compliment dels terminis de lliurament i de les quantitats així com el nivell de rebuigs i reclamacions dels nostres clients, tal com veurem també al capítol 4 quan parlem de nivell de servei logístic.

Quant als costos de producció (tercer objectiu de la innovació), independentment de la productivitat, que podem mesurar dividint el valor afegit en el nostre procés pels costos que hi han concorregut (personal, material, energia, etc.), per no fer-ho amb la clàssica mesura productiva d'hores home dividides per les quantitats produïdes, és important conèixer i gestionar la utilització i l'eficiència de les nostres instal·lacions.

Els set tipus de malbaratament

1. Sobreproducció
2. Esperes
3. Transports
4. Operació
5. Inventari
6. Moviments innecessaris
7. Productes defectuosos

i a més,

8. Infrautilització de les habilitats del personal

fig 4 Eliminar els vuit malbarataments

La utilització és el quocient entre el temps que hem tingut una instal·lació en marxa i el màxim teòric que la hi hauríem pogut tenir i que hem fixat com a estàndard. L'eficiència s'obté dividint el nombre de peces fabricades en un període de temps per les que podríem arribar a fabricar amb les cadències (o rendiments) teòriques. La utilització és afectada per la sobre capacitat innecessària de les instal·lacions i es millora planificant els recursos de producció de la forma que veurem més endavant (produint més en el mateix temps). L'eficiència és afectada per les aturades de les instal·lacions sigui per avaria, temps de preparació per canvi de producte, temps de manteniment o errades en la planificació (figura 5).

Per tant, l'eficiència d'una instal·lació és afectada pels factors següents: rebuig de peces per defecte de qualitat, temps perdut per avaries, falta de materials, temps de canvi o cadències més baixes de les programades. L'eficiència ens donarà el rendiment econòmic de la instal·lació. Eliminar els malbarataments dintre el procés ens millorarà l'eficiència. La figura 4 ens mostra els malbarataments més habituals.

El punt clau per augmentar l'eficiència productiva és **identificar i saturar els colls d'ampolla**, processos o màquines amb la capacitat més petita i que estrangulen el flux de materials. Un minut de temps d'aturada o un minut de temps de procés d'una peça defectuosa en un coll d'ampolla és un minut de producció perdut per sempre.

Quadre d'indicadors d'un sistema de producció

<i>Lead time</i> logístic	temps total de comprar, produir i lliurar al client.
<i>Lead time</i> de fabricació	temps des que entra la matèria primera fins que lliurem el producte acabat.
Compliment de terminis de lliurament	percentatge de compliment en els lliuraments de les comandes.
Compliments de les quantitats	percentatge de compliment del volum total de la comanda o per línia.
Costos totals d'operacions	costos de comprar, produir i distribuir.
Rebuig	percentatge de productes rebutjats respecte dels venguts.
Girs d'estoc =	ventes d'un període de temps / estoc mitjà d'aquest període
Productivitat =	valor afegit / recursos que hem fet servir
Utilització =	temps programat / temps disponible
Eficiència =	productes fabricats en un període de temps / cadències teòriques x període de temps total programat

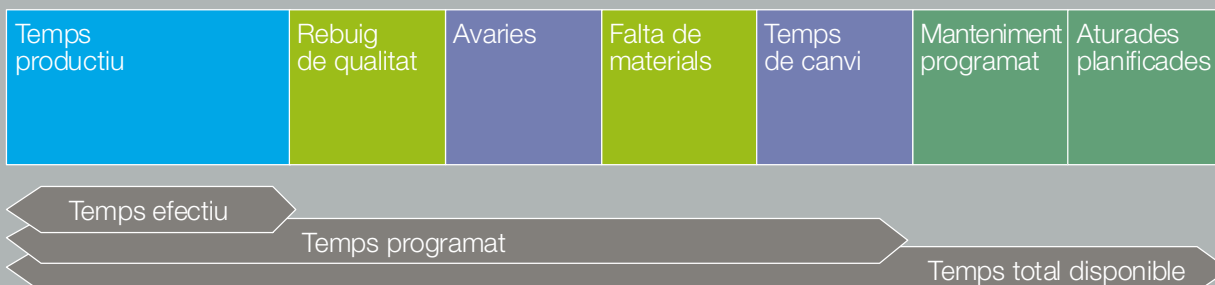


fig 5 Utilització i eficiència

3.3 *Lean manufacturing*. Sistemes de producció ajustats

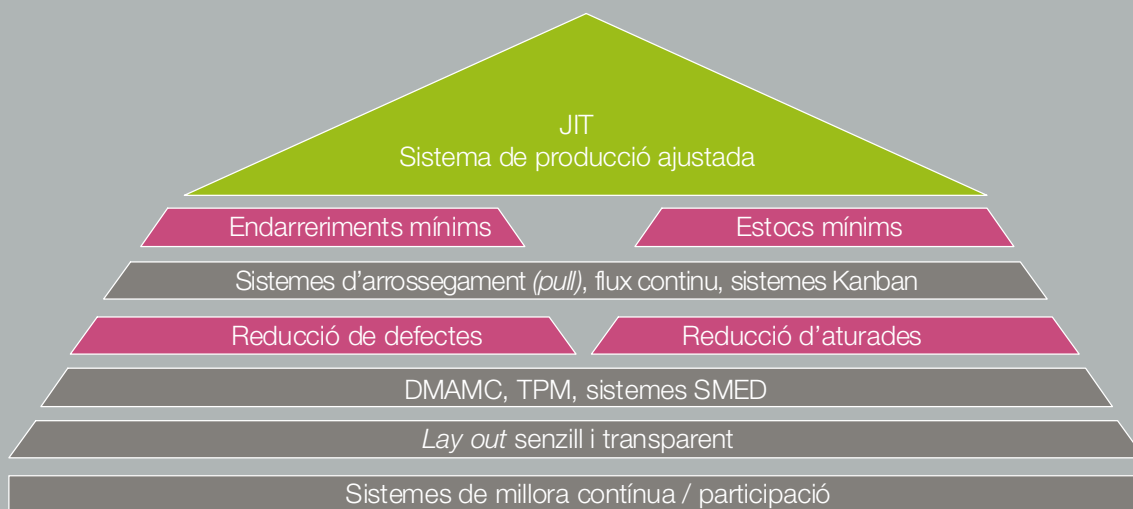


fig 6 *Just in time*

Com a *lean manufacturing*, o sistema de producció ajustada (*just in time*), (1) entenem aquell sistema de producció que fabrica exclusivament allò que demana el seu client en el moment que aquest li ho demana, en les quantitats que li demana i a un cost mínim. El procés de fabricació es dispara sempre des de la demanda: cap línia, màquina o procés inicia la producció si no té una comanda de la línia, la màquina o el procés posterior (sistema d'arrossegament (*pull*)). Així, es minimitza l'estoc i l'espai d'emmagatzemament.

Definim, per tant, *lean manufacturing* com el conjunt de tècniques (de fet, és una filosofia de producció) que ens ajuda a dissenyar un sistema per produir i subministrar d'acord amb la demanda, amb el mínim cost i una alta flexibilitat. D'acord amb aquesta definició, en un sistema de producció ajustat (figura 6) serem capaços de minimitzar els estocs, els endarreriments i, en definitiva, els costos totals. Aquests elements estan íntimament relacionats. Quan un varia, l'altre ho fa en el mateix sentit. El resultat d'aquesta interacció és un cercle virtuós a on les coses van cada vegada millor, o un cercle viciós a on les coses van cada vegada pitjor.

Per exemple, un endarreriment en un procés ens durà a mantenir un estoc extra per compensar aquest endarreriment. Augmentant cada vegada més l'estoc es causaran futurs endarreriments donat que els productes tendeixen a augmentar el seu *lead time* en el procés, cosa que ens porta novament a tornar a augmentar els estocs. En el sistema clàssic de producció en massa, doncs, el director de fàbrica ens demanava sempre més capacitat i més existències al magatzem de producte acabat, i aquest últim sempre era ple independentment de com anaven les vendes.

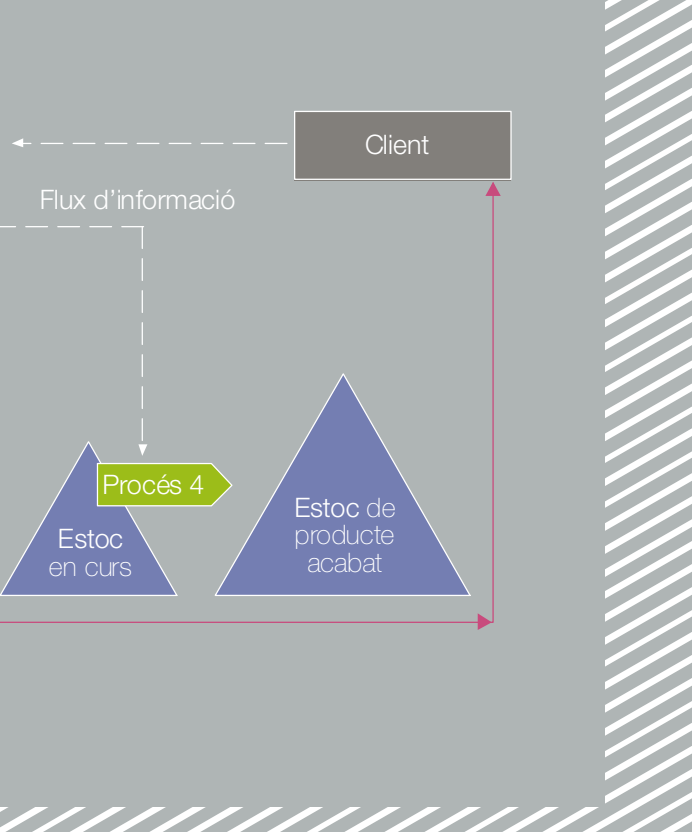
3.3.1 Sistemes d'arrossegament o d'empenta (*pull* vs. *push*)

La clau per entrar en aquest cercle virtuós, la reducció d'estocs simultàniament a la disminució dels endarreriments, es troba en el disseny del sistema de flux de material. Els sistemes de producció d'arrossegament (*pull*) són els que controlen el flux de materials reemplaçant només el que ha consumit el procés següent, i eliminen d'aquesta manera els costos d'estocs i de sobreproducció.

Des d'un punt de vista tradicional de producció en massa, la planificació dels diferents processos d'un flux de materials es fa d'una forma centralitzada. És normalment un departament de planificació de la producció el que dona la informació a cada procés del que ha de fer en cada moment. Aquest departament es qui rep la informació del client i s'encarrega de transmetre les comandes als proveïdors. Tal com veiem a la figura 7. El funcionament dels sistemes *push* (d'empenta) es basa en previsions de demanda, producció estimada, eficiències d'instal·lacions, qualitat de productes i processos, índex de servei de proveïdors, etc. Evidentment totes aquestes previsions no es compleixen mai al 100 % i com més gran és el temps de previsió de la demanda (*LT gap*) que hem vist a la figura 3, més error tindran les nostres previsions.

Aquesta sistemàtica fa que l'únic que preveu i planifica les necessitats del client sigui aquest departament centralitzat de planificació; per tant, el primer problema és precisament que les àrees operatives de producció no tenen cap informació respecte a la demanda real del client. El planificador per curar-se en salut intentarà en tot moment tenir els estocs assegurats, de forma que pugui garantir el lliurament dels productes al client, fins i tot si hi ha canvis de darrera hora en les previsions. La pràctica d'aquest sistema ens porta normalment al cercle viciós del qual parlàvem en l'apartat anterior. L'estoc tendeix a augmentar de forma incontrolada, cosa que ens ocasiona no només els costos associats d'espai i finançament de circulat, sinó que també ens provocarà errors d'inventaris, sobrecost d'assegurança, sobrecost de gestió, de personal i actius de magatzem, pèrdues, obsolescències, depreciacions de material, etc.

(1) Yasuhiro Monden (1987). *El sistema de Producción de Toyota*. Ed. CDN. (Ciencias de la Dirección)



Estudis recents demostren que els preus de components en sectors tecnològics, com l'electrònica de consum, es deprecien al voltant d'un 1 % setmanal. En el tèxtil, empreses de resposta ràpida com Zara, amb lead times de 20 dies, venen en rebaixa menys del 10 % de la seva producció, mentre que competidors seus amb lead times de sis mesos, han de vendre en rebaixa al voltant del 40 % de les col·leccions.

A més a més, sota aquest esquema els problemes de qualitat o d'avaries de les instal·lacions queden amagats, i es tendeix a solucionar-los augmentant la capacitat instal·lada, i generen encara més estocs de seguretat. Els inventaris tapen tots els problemes de la fàbrica. Les previsions setmanals congelades amb suport estadístic de tècniques de previsions de demanda i els sistemes d'informació MRP II (*material resource planning*) intenten posar ordre a la producció en massa amb les ordres de producció que van des dels proveïdors (a l'inici) fins als processos últims de línia de muntatge (al final).

En un entorn de producció ajustada (JIT), per contra, el flux de materials es regeix per sistemes pull, això és, cada procés estira el procés anterior i les comandes del client estiren tot el procés encadenat. El principi és que cada procés del flux fabrica exclusivament el que li demana el pas posterior i en el moment que aquest li ho demana.

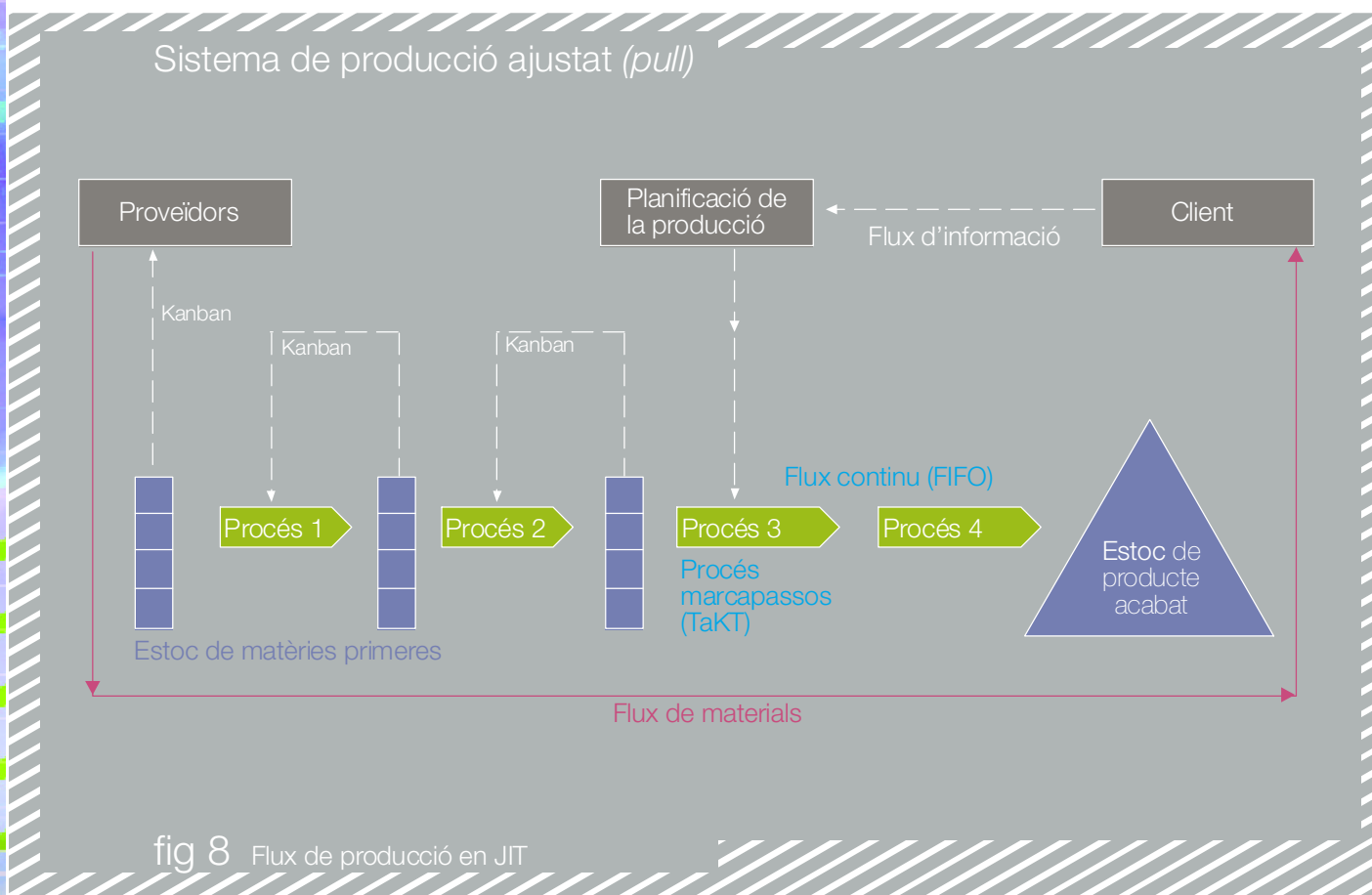
En la figura 8 podem veure com en aquest cas la informació de planificació només arriba a un dels processos de la cadena. Aquest és el que marcarà les necessitats en cada moment, tant als processos anteriors com als posteriors. Aquest procés s'anomena procés marcapassos (*takt*) o també punt de penetració de la comanda. Des d'aquest procés fins al client el flux serà continu, normalment un muntatge final sota comanda, respectant la doctrina FIFO (*first in first out*, 'el primer producte a arribar serà el primer a sortir'). Evidentment, per poder treballar amb un sistema continu, els processos han d'estar equilibrats i el flux de material ser suau al llarg del procés, en lots de

producció petits. Si per arrancar una línia de treball sota comanda ens veiem obligats a produir un gran lot, tornem a generar estocs innecessaris. Tendir cap al lot unitari és un altre objectiu del JIT.

Els processos anteriors al procés marcapassos es poden regular mitjançant sistemes de senyalització anomenats Kanban (targeta en japonès), que indiquen ordres d'inici de producció o de transport de materials a demanda del procés posterior, que al final arribaran també als proveïdors.

Aquests sistemes consten de petits magatzems reguladors entre els processos (sempre descentralitzats a peu de línia), i generen la informació i la visibilitat necessària perquè el procés proveïdor sàpiga el que ha de fabricar en cada moment.

Tal com podem veure en la figura 9, el funcionament d'un sistema Kanban és senzill. Segons el model original de Toyota, el sistema d'entrada consta d'un tauler on dipositarem targetes, cada una de les quals està associada a un contenidor o paleta d'un producte. La quantitat dels contenidors entre els dos processos és fixa. Si el contenidor és buit, la targeta estarà al tauler; si és ple, acompanya el contenidor. Quan el tauler és ple de targetes (zona vermella del tauler) vol dir que no hi ha peces en estoc i que hem de produir; si és a la zona groga o verda significarà que hi ha prou peces en estoc i que no cal produir.



El procés proveïdor pren les targetes del tauler quan està produint i les col·loca en cada un dels contenidors que va omplir; quan el procés client fa servir algun d'aquests contenidors, torna el contenidor buit al procés proveïdor i la targeta al tauler. El nombre de targetes que caben en el tauler el predeterminarem en funció del temps necessari de canvi i les cadències del procés proveïdor i del consum previst del procés client. Es pot variar amb el temps i ens marcarà el volum màxim de l'estoc. Sense targeta, doncs, no podrem produir, per la qual cosa el Kanban s'entén com a permís de producció i a la vegada unitat d'estoc.

Aquest sistema, que en un principi es va crear per fer servir de forma manual, és susceptible d'informatitzar-se i avui dia s'aplica amb un senzill sistema de codi de barres. Però en tot cas hem de tenir cura de mantenir dos aspectes fonamentals: el primer és que el sistema està dissenyat per poder ser gestionat des del taller pel personal operatiu; el segon és que ha de ser bàsicament senzill i transparent. Fem, doncs, els operaris responsables de la planificació i programació de la producció de la seva unitat.

Procediment Kanban

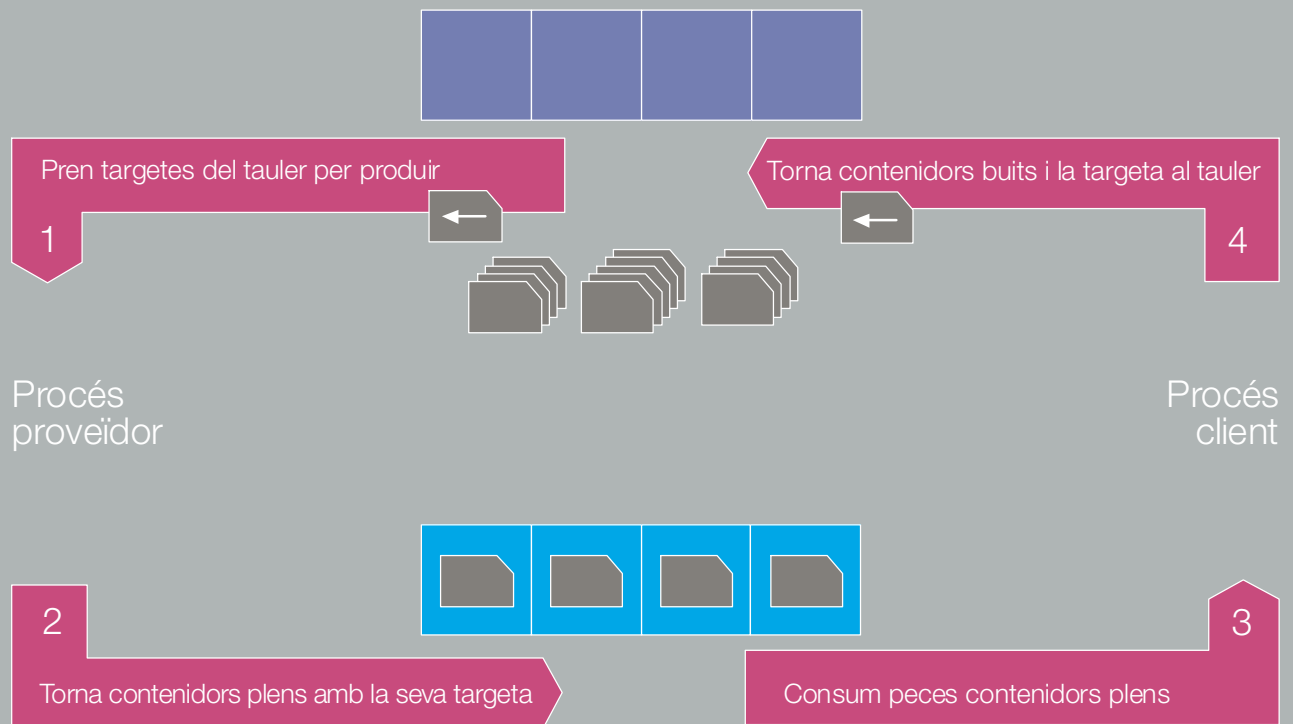


fig 9 Targeta Kanban

Com que són tan senzills, els Kanbans tenen el requisit que la producció ha de ser anivellada i barrejada, cosa que vol dir que haurem de fabricar gairebé sempre els mateixos volums. Aquest sistema no ens permetrà variabilitats de volums de més del 15/20 % sense canviar el sistema de senyalització. A les línies de muntatge fabricarem amb barreja (mix) de productes. Així és com surten els cotxes de les línies de muntatge de Seat (un Ibiza blau de dos litres, després un de blanc de 1.200 cc, etc.), exactament segons la demanda immediata. O sigui, tindrem una

seqüència de fabricació que, per completar el cicle, enviarem també als nostres proveïdors de primer nivell perquè ens puguin portar els seus sistemes i subsistemes seqüenciats a la línia de muntatge (vegeu la figura 13 del capítol 2, de compres).

La tasca de passar d'un sistema *push* a un de *pull* no consisteix exclusivament a canviar els sistemes d'informació, sinó que requereix abordar les causes que ens fan treballar amb estocs. Les plantes industrials treballen amb estocs per diferents motius, tots relacionats amb el fet d'assegurar el subministrament al procés següent o en darrera instància al client. Les causes arrel estan relacionades amb les avaries de les instal·lacions, el temps de canvi de producte i els defectes de qualitat. Abans d'abordar un canvi en els fluxos de producció és important abordar aquestes causes. Això ho veurem en els capítols següents.

Avui dia els sistemes *pull* i *push* estan barrejats i la major part dels sistemes de planificació de recursos (MRP) porten mòduls de Kanban per implantar als tallers, ja que l'objectiu és avançar cap a sistemes *pull* que estirin tots els processos des de les comandes directes del mercat.

3.3.2 Ajornament (*postponement*)

Si comparem les figures 7 i 8 podem veure en tot el flux que amb el sistema JIT hem eliminat gairebé tots els estocs menys el de matèria primera i el de producte acabat. El primer ja l'hem tractat al capítol 2, d'aprovisionament i compres. Pel que respecta al segon, aquest es constitueix per assegurar els lliuraments al client, i si bé és necessari per mantenir un nivell de servei, aquest es pot minimitzar aplicant diferents conceptes nous, per exemple el que entenem per *postponement* (ajornament).

El *postponement* consisteix a passar algunes operacions de fabricació al magatzem de distribució (tal com fa Hewlett Packard amb les impressores, posposant la connexió elèctrica i els manuals) o a casa del client (tal com fa Cisco amb els servidors posposant algun *software* específic), i fer-les, doncs, en el moment de preparació de la comanda, quan ja en coneixem els requeriments específics. La idea és tenir mòduls independents recombinables, de manera que l'oferta sigui molt més àmplia un cop personalitzada. Això ens permet fer més flexible l'estoc i, per tant, reduir-ne el volum a la vegada que podem personalitzar els productes.

L'empresa Peguform Ibèrica subministra els para-xocs per a l'empresa Seat. L'empresa té un centre logístic de consolidació a Martorell tocant a la planta de Seat, tal com hem vist al capítol 1, on emmagatzema un estoc de dos dies de producció per requeriment del client. La planta de producció és a Polinyà, a 35 km del centre de consolidació. Des d'aquest centre s'envien els para-xocs seqüenciats a la línia de producció del client. Cada tipus de para-xocs té, a part de la variació del color, la possibilitat de muntar o no fars antiboira i dos tipus diferents de graella. Aquestes dues operacions, el muntatge de fars antiboira i la soldadura de la graella, es fan en el centre de consolidació en el moment de la preparació de cada comanda. Això permet que un mateix para-xocs es pugui convertir en quatre tipus de producte diferent en funció de la comanda de cada moment, i per tant l'estoc solament per colors pot ser reduït sense posar en perill el servei.

3.3.3 DEMAMC (definir, mesurar, analitzar, millorar i controlar)

Tal com hem dit abans, una de les causes per les quals treballem amb estocs són els defectes de qualitat que es generen entre processos. Aquests ens porten a realitzar canvis no planificats, i ataquen directament i indirectament el grau d'eficiència. Un dels principis d'un sistema de producció ajustada JIT és que cap defecte pot progressar al procés posterior; per això necessitem, per una banda, que cada procés tingui les eines per mesurar la qualitat dels productes que subministra i, per altra banda, les persones involucrades, la capacitat de gestió per millorar els

resultats de qualitat dels seus productes. Per satisfer aquesta segona demanda és pel que podem utilitzar la metodologia DEMAMC (definir, mesurar, analitzar, millorar i controlar). Aquesta metodologia té com a objectiu assegurar la qualitat dels productes fabricats, per una banda, fixant les característiques de qualitat importants per als nostres clients (interns i/o externs) i, per una altra, buscant els factors del nostre procés que afecten aquestes característiques. Finalment, establint les toleràncies de control tant per a característiques de producte com per a factors de procés. Els operaris de línia han de tenir la possibilitat de poder parar la línia de forma autònoma per tal d'assegurar la qualitat.

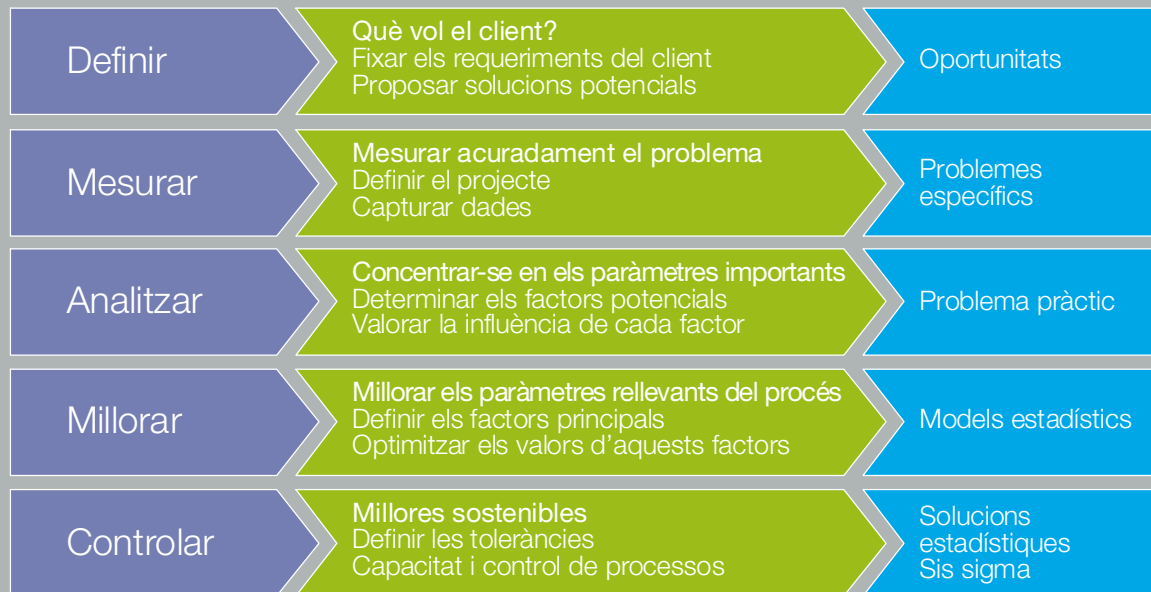


fig 10 Sistema DEMAMC

A l'hora de millorar la qualitat d'un procés hem de tenir en compte que les millores sostenibles en el temps són aquelles solucions que aborden les causes arrel dels problemes. Totes les mesures correctores que no tinguin com a punt de partida l'anàlisi metòdica i ordenada de la influència de tots els efectes potencials, resulten ineficients i sovint els defectes que volem evitar es tornen a repetir.

En un entorn de producció ajustada no en tenim prou amb sistemes de control que evitin que productes defectuosos progressin en el procés; cal també tenir un control del procés capaç d'evitar que es generin defectes. Solucions estadístiques tipus Sis Sigma ens hi ajudaran molt.

3.3.4 TPM i SMED

Hi ha dues causes principals (malbarataments) més que fan que un sistema de producció convencional tingui la necessitat de generar estocs de seguretat en el flux de materials. Per una banda les avaries inesperades i per l'altra el temps perdut en preparació de les instal·lacions per

canvi de producte. La forma més fàcil i inadequada de minorar l'efecte d'aquest temps de canvi és planificar grans lots de producció, a l'efecte de minimitzar el nombre de canvis. Això evidentment provoca una pèrdua de flexibilitat productiva i nivells d'estoc més alts. És l'essència de la vella producció en massa.

Per minimitzar l'efecte del temps perdut per preparació podem fer servir les tècniques SMED (*single minute exchange die*, 'canvi de matriu en un sol minut'). Aquesta metodologia neix al Japó durant la dècada dels setanta, i és desenvolupada per Shigeo Shingo, consultor de Toyota d'aquell temps. La reducció del temps de preparació ens permet treballar amb lots més reduïts, i això ens porta a temps de fabricació més curts, i per tant tindrem processos més flexibles, que ens permetran fer front a les variacions de la demanda. La reducció d'aquest temps de preparació farà augmentar la utilització de les nostres instal·lacions. Aquí cal dir que en el cas de sobre capacitat és millor, des d'un punt de vista de producció ajustada, aturar la instal·lació que produir allò que no ens demanen. Un dels malbarataments, tal com hem vist a la figura 4, segurament el més important, és la sobreproducció.

Per escurçar el temps de preparació, el mètode SMED (figura 11) fa servir quatre conceptes principals:

1. Separar les operacions internes de les externes

Diferenciar entre la preparació amb la màquina parada i la preparació amb la màquina en funcionament. En el primer cas (preparació interna) ens referim a aquelles operacions que necessiten inevitablement que la màquina estigui aturada. En el segon cas (preparació externa) ens referim a operacions que es poden fer amb la màquina en funcionament. El primer pas es diferenciar aquest tipus d'operacions. Això és, quan la màquina està parada no s'ha de fer cap operació de la preparació externa. En les operacions de màquina parada s'han de realitzar exclusivament la retirada i la col·locació dels elements particulars de cada producte (motlles, matrius, llits, etc.). Fer un vídeo del canvi ens ajudarà a separar aquestes operacions i a veure el temps real de canvi com també les millores de temps.

2. Convertir operacions internes en externes

Convertir quan sigui possible les operacions internes en externes. És el concepte essencial de tot el sistema. Exemple d'això és l'escalfament previ dels motlles d'injecció de peces de plàstic fora de la màquina, abans de muntar-los a la màquina.

3. Organitzar les operacions externes

Durant la preparació externa, totes les eines i materials (matrius, encunyys, etc.) han d'estar disposats al costat de la màquina i qualsevol reparació als components que han d'entrar ha d'haver sigut realitzada. Possiblement haguem de fer inversions en actius. Hem de tenir grues i elements de transport, per exemple, per a la col·locació ràpida de totes les matrius i motlles.

4. Reduir temps a les operacions internes

Eliminar els processos d'ajustament. Aquests tipus de processos constitueixen entre el 50 % i el 70 % de les operacions internes. Una de les formes d'eliminació d'aquest tipus d'operacions és l'estandardització de les característiques dels sistemes de subjecció dels elements mòbils a les màquines. Un altre aspecte a tenir en compte en aquest concepte és el temps perdut amb els ajustaments per aconseguir la qualitat del producte. En aquest cas hem de pensar en l'estandardització de les operacions del procés de canvi d'utilatges que tinguin relació directa amb els paràmetres de qualitat clau. Els treballs paral·lels i les millores d'enginyeria ens ajudaran a reduir el temps de les operacions externes.

Tècniques SMED (*Single minute exchange die*)

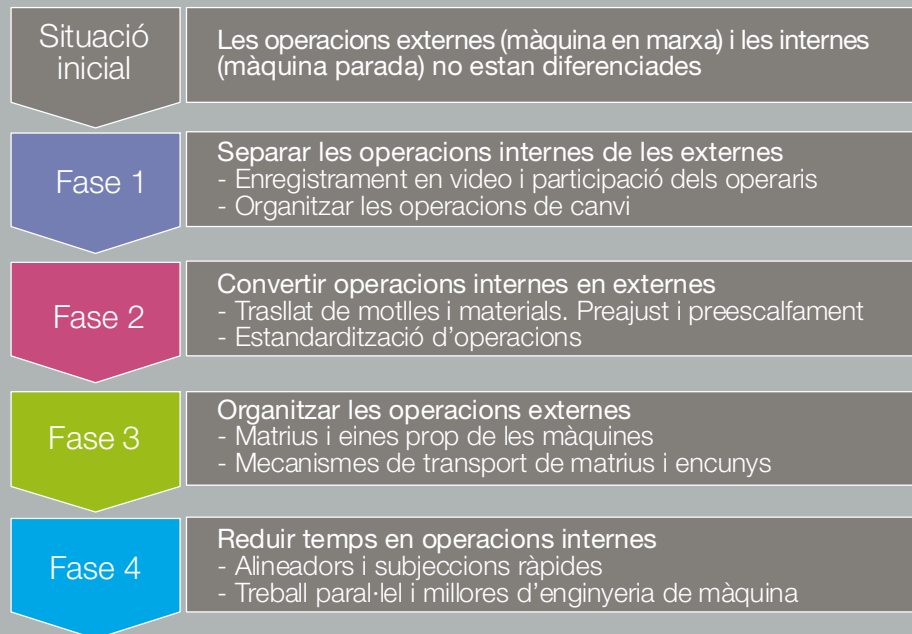


fig 11 El mètode SMED

Gallina Blanca Purina (avui Affinity Petfoods) va establir metodologia sistemàtica SMED a la planta dels Monjos en el canvi de les matrius de les granuladores per fabricar pinsos i de les extrusores per fer Petfoods. El temps de canvi de les matrius de les granuladores (figura 12) va passar de 58 a 23,5 minuts. Es va reduir el temps de canvi de matriu a la meitat. Amb això, es varen poder produir més del doble de productes diferents amb el mateix temps, i es va doblar, per tant, la flexibilitat de la instal·lació.

És clar que si apliquem SMED baixarà el temps de canvi, reduïrem el lead time de producció i podrem fabricar lots molt més petits, amb la qual cosa serem molt més flexibles i ens podrem adequar molt més a les comandes específiques dels nostres clients i a demandes fluctuants. En reduir el temps de canvi, baixem també el cost de canvi i estem alhora reduint el lot econòmic de fabricació (EOQ, *economic order quantity*), quantitat òptima de peces a produir per minimitzar conjuntament el cost de canvi i el d'estocatge, definit els anys vint per Harris i Wilson i una de les bases de la vella producció en massa. Això ho podrem veure amb més detall al capítol 5, de planificació. Produir en lots més petits (idealment, lot unitari) incrementa la capacitat de resposta de la planta productiva.

L'altre aspecte que fa que tinguem estocs en excés i que esmentàvem al començament d'aquest punt són les aturades imprevistes per avaries. Reduir el temps perdut per avaries és quelcom que s'inclou dintre dels objectius de qualsevol gestor industrial, i no sempre s'arriba a aconseguir. Evidentment, són les activitats de manteniment tècnic les que faran que les avaries siguin mes o menys nombroses. Històricament, el manteniment actuava de forma reactiva, és a dir, actuava quan el problema s'havia produït i l'equip estava parat. Això és el que s'anomena manteniment correctiu.

Tècniques SMED

Classificació ABC

Operacions	Temps inicial (min)	Temps actual (min)	Temps futur (min)
Parar el sistema	8,1	3,7	3,7
Netejar el sistema	8	3,1	3
Desmuntar els cargols del darrere	11,7	6,7	6
Desmuntar els cargols del davant	7,8	4,3	0,3
Descarregar / carregar la matriu	7,7	3,8	2,5
Desmuntar / muntar els cons	4,8	2,7	2,7
Desmuntar / muntar el deflector	3,4	1,8	1,8
Utilitzar el grup hidràulic	5,3	2,9	2,9
Comporta i engegada de la màquina	1,2	0,6	0,6
Temps total	58	29,6	23,5

Millores recomanades

Millores	Cost (\$)
1. Col·locar les eines i matrius prop de la màquina	100
2. Neteja amb aire comprimit	300
3. Utilitzar esprais de lubricació	---
4. Utilitzar només quatre cargols de fixació ràpida	---
5. Utilitzar tornavisos pneumàtics	800
6. Grua per a la càrrega/descàrrega de la matriu	2000
7. Bomba hidràulica de fixació a la matriu	800
8. Ajunt hidràulic de corrons	20.000
Cost total	24.000

fig 12 Exemple de SMED a una fàbrica dels Monjos

Als anys cinquanta neix als Estats Units el concepte de manteniment preventiu, orientat a la prevenció dels defectes. Consisteix en activitats diàries, setmanals, mensuals o anuals que inclouen revisions parcials planificades, canvis d'oli, lubricacions i reemplaçament de peces de desgast abans que produeixin problemes. La planificació periòdica d'activitats surt d'una combinació de les recomanacions tècniques dels fabricants de béns d'equipament i de l'històric estadístic d'avaries. Una figura útil és determinar l'MTBF (*medium time between failure*, 'temps mitjà estadístic entre fallades') per cada sistema o subsistema, i realitzar accions de prevenció abans d'aquest límit estadístic temporal.

Com a evolució natural d'aquest tipus de manteniment neix el manteniment relacionat amb les millores incrementals; s'intenta millorar els equips de forma que no es reproduïxin els problemes aprofitant l'experiència de l'operari. D'aquest concepte de manteniment neix el TPM (de l'anglès *total productive maintenance*), el manteniment productiu total que aporta al tradicional manteniment preventiu el fet que les activitats d'aquest són dutes a terme no sols pel personal de manteniment, sinó també pel personal de producció. En un entorn de producció *pull* el que importa no és que la màquina estigui parada (això ho determina la demanda en cada moment), sinó que l'operari no estigui aturat. Un tret fonamental, doncs, serà la polivalència i formació continuada del personal.

Dintre del seguit d'activitats encaminades a la millora de l'eficiència dels equips, a través de la reducció de les avaries, del rebuig i del temps de canvi, el TPM està lligat també a les activitats d'ordre i neteja dels tallers. La importància que té l'ordre i la neteja en l'àmbit industrial va molt més enllà dels problemes d'imatge: és el primer pas per a la implantació del TPM, i té un impacte significatiu en els resultats de qualitat, control d'estocs i motivació del personal. Les activitats per a la millora de l'ordre i neteja per ser realment efectives han de ser dutes a terme pel personal productiu, d'aquesta manera les probabilitats de mantenir l'entorn ordenat seran molt més grans. Si visitem una fàbrica i no està ni neta ni ordenada, no farà falta mirar la planificació ja que serà possiblement un desastre. L'ordre i la neteja són prerequisits clars de l'eficiència i l'eficàcia de les nostres instal·lacions.

Un tercer nivell de manteniment d'equips és l'anomenat manteniment predictiu. Aquest aplega un conjunt de tècniques destinades a monitoritzar contínuament o periòdicament algunes variables físiques relacionades amb el funcionament dels equips industrials. Per exemple, la temperatura dels motors (mitjançant pintures tèrmiques), la vibració dels coixinets (mitjançant sensors d'ultrasons), la temperatura dels quadres elèctrics (mitjançant termòmetres i sistemes d'alarmes), els residus en l'oli hidràulic (mitjançant anàlisis químiques periòdiques), o analitzant la desviació estadística (SPC) dels processos. Qualsevol anomalia respecte a la mitjana històrica ens prediu i anticipa un possible problema futur.

3.3.5 Distribució en planta senzilla i transparent

Per crear un procés simple, el primer pas és classificar els productes en famílies, depenent de les operacions per les quals passa cada un dels productes (agrupacions que també s'anomenen grups de tecnologia, figura 13). A partir d'aquí caldrà posar junts els processos i les persones de cada família de producte. Així, com veiem a la dreta de la figura 13, l'enfocament a línies de productes quedarà molt més clar i ordenat. Això es contraposa a d'altres alternatives clàssiques, com la d'ordenar els processos de fabricació en funció de la tecnologia (que podem veure a l'esquerra de la mateixa figura 13), que era una de les bases de la producció en massa del passat segle xx. Salvant excepcions de processos en què calen grans inversions o tecnologies molt específiques, la distribució en planta (*layout*) dels tallers ha de ser orientada a mercat, és a dir, el primer pas és fixar el flux de productes i el segon determinar la disposició de les màquines, persones i instal·lacions. Recordem que l'espai és també un bé escàs i car, i que des d'un punt de vista de producció ajustada hem de fer el possible per minimitzar-lo. L'espai per als estocs intermedis ha de ser fixat d'entrada, ha de ser en llocs visibles, entre el procés client i el proveïdor, i sobretot hem de planificar l'espai mínim perquè hi entri com a màxim la quantitat planificada. Hem d'organitzar les fàbriques, doncs, segons una visió externa de mercat i no segons una visió interna de tecnologia.

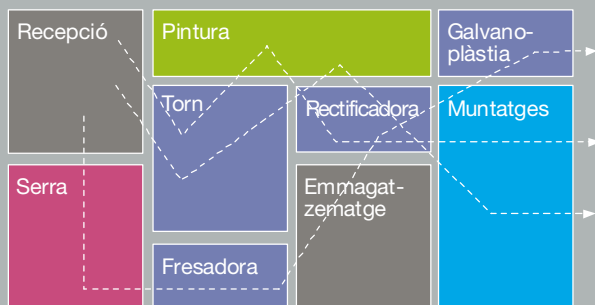
Un procés simple i lineal serà més visible i permet ser més ben mantingut; no tan sols hi haurà menys coses que vagin malament, sinó que aquestes seran més òbvies quan passin, i les reparacions seran més simples. Tot serà més transparent i clar per a tothom.

És important tenir en compte que les màquines i les instal·lacions han de ser disposades en funció del flux de producte i no a l'inrevés. Per car que ens pugui semblar moure una màquina o instal·lació, més car pot resultar treballar durant tota la vida del producte amb els costos derivats de l'excés d'estoc o els errors d'encreuament de referències.

A la figura 14 tenim un exemple de canvi del sector de l'automòbil des d'un *layout* tradicional amb L d'una fàbrica de producció en massa a una línia en forma de U de l'entorn del JIT. El dibuix està a escala i podem veure que hi ha hagut una reducció d'espai del 50 % com també una gran baixada d'estocs de procés en passar de fabricar grans lots a lots molt més petits, després d'haver aplicat SMED. La distribució en U dona més flexibilitat a la línia i exigeix una millor polivalència de l'operari.

Layouts enfocats a productes

El flux de materials és erràtic i intermitent



El flux de materials és conegut i continu

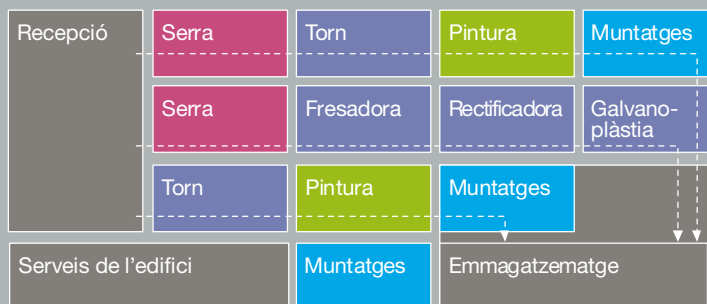
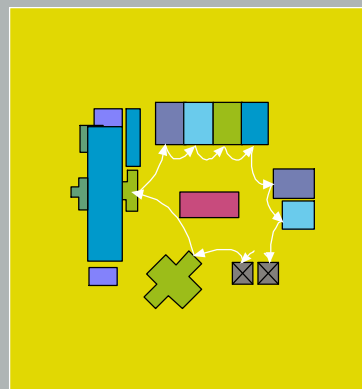
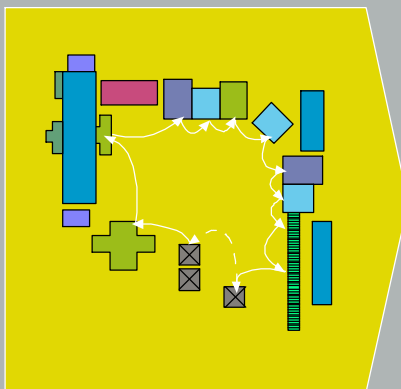
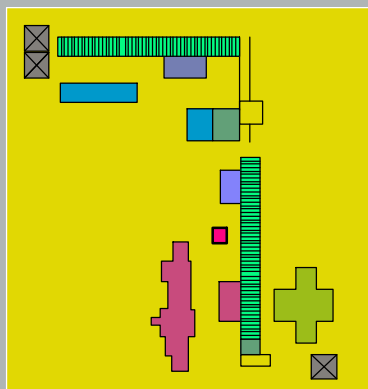


fig 13 Grups de tecnologia

Transformació a línies en forma de "U"



	Abans	Actual	Proposat
Operaris	4	2	1-2
Peces en procés	542	12	9
Superfície (m2)	107	92	56
Transportador (m)	40	3	0
Bancs	5	3	1

fig 14 Exemple de línia en U

3.4 Producció ajustada o àgil (*lean vs agile*)

Si fem una anàlisi de Pareto dels productes que fabrica qualsevol empresa industrial ens trobarem amb un resultat semblant al de la figura 15. En aquest cas el 20 % dels productes representen el 80 % de la demanda, i el 80 % restant satisfà tan sols el 20 % de la demanda. La forma de gestionar aquest 80 % de productes ha de ser diferent al 20 % restant. Normalment el 20 % de productes que satisfan el 80 % de la demanda acostumen a ser més previsibles, i per tant aconseguirem economies d'escala aplicant els principis de producció ajustada (*lean*) que hem vist en aquest capítol. D'altra banda, el 80 % restant de productes són de més difícil predicció, i requereixen més agilitat (millor temps de resposta) per ser gestionats.

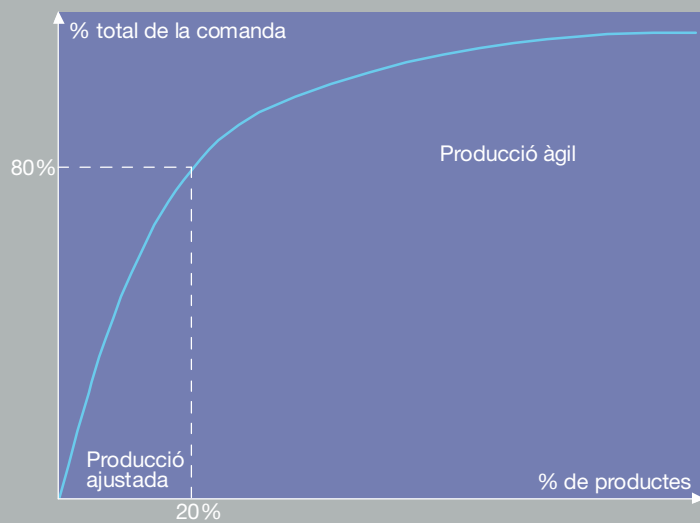


fig 15

En un entorn de producció àgil hem de donar prioritat a tot allò que faci més flexible els nostres processos. El punt clau serà reduir el temps total (inventaris, procés i transport), ja que els volums seran petits, els productes no estaran estandarditzats i la previsió de la demanda serà molt poc acurada.



fig 16 Producció *lean* vs. àgil

Una altra aproximació, per la diferenciació entre la gestió ajustada i àgil, la dóna la creació d'inventaris estratègics, en el punt de penetració de la demanda. Aquest punt és similar al que anomenàvem en el punt 3.3.1 i a la figura 8 del sistema *pull*.

Es tracta (figura 16) de dividir el flux de productes en dos trossos, les parts anterior (*lean*) i posterior (*agile*) al punt de penetració de la comanda. L'objectiu fóra fabricar abans d'aquest punt elements modulars del producte final, que podrien ser planificats segons previsions a llarg termini, per constituir un estoc estratègic, que és el punt on es reben les comandes concretes dels clients. Després d'aquest punt duríem a terme les operacions de muntatge final per personalitzar els productes. Aquest procés de muntatge final s'ha de caracteritzar per una gran flexibilitat.

Al capítol 4 desenvoluparem una mica més aquest nou concepte d'operacions àgils del segle XXI.

3.5 Procés d'implantació

El procés d'implantació del sistema de producció ajustada *lean* no és fàcil ni immediat; hem de tenir en compte que hi ha en tot això un fort component de cultura d'empresa i de legislació laboral, i per tant el procés pot arribar a ser llarg. El procés de disseny i implantació ha de seguir aquests passos:

1. Crear un sistema d'indicadors que generi informació sobre eficiència d'instal·lacions, rebuig de qualitat, *lead time*, compliment de terminis de lliurament, girs d'estoc, reclamacions de client i costos totals d'operacions, etc.
2. Classificar els productes per famílies en funció dels processos necessaris per fabricar-los (famílies o línies de producte, no tecnologies).
3. Triar una família de productes per començar una experiència pilot. Començar fent una distribució en planta enfocada específicament per a aquesta família.
4. Documentar gràficament el flux real de la família de productes, i documentar també el flux d'informació. Afegir tota la informació disponible quant a material en curs, estocs de matèries primeres i producte acabat. Calcular també els indicadors de procés i producte més rellevants a cada etapa. Calcular el *lead time* del producte.
5. Dibuixar en un paper el flux ideal, calcular els estocs màxims i mínims, en cada pas, fixar també els Kanban, ajustar processos quan sigui possible, determinar un nou flux d'informació i decidir quin serà el procés marcapassos. En aquest moment determinarem si és possible l'ajornament (*postponement*) en el nostre procés.
6. Confeccionar un pla d'accions per passar des de la situació actual a la planificada. Aquest pla ha de tenir activitats relacionades amb millores de la qualitat, reducció del temps de canvi i reducció de les avaries.
7. Fer participar tota la plantilla implicada en aquest procés de millora.
8. Repetir el mateix procés per a les altres famílies de productes una vegada la primera experiència hagi tingut èxit.
9. Presentar el projecte d'èxit amb la primera família de productes.
10. Anar corregint els dissenys inicials amb les experiències de posada en marxa, seguint la figura 6, que es fonamenta en els sistemes de millora contínua i la participació de totes les persones de la fàbrica.

3.6 Tecnologies de la producció

Per aconseguir un perfecte funcionament del model organitzatiu escollit, és cada vegada més necessari tenir un suport tecnològic adient. No parlem ja d'absorbir tecnologies estrictes de procés (prototipatge ràpid, materials compostos, tall per làser, mecanitzat d'alta velocitat, sinterització, etc.), que dependran del sector i de l'empresa en concret, sinó d'incorporar tecnologies d'automatització i control del procés.

Zanini, empresa catalana fabricant d'embellidors de roda per al sector d'automoció, és capdavantera en la implantació de noves tecnologies que ajudin a tenir uns processos de fabricació més eficients que els dels seus competidors. Així, han estat pioners en la implantació de sistemes de pintat automàtic, injecció de plàstic amb gas o eines de control de la injecció mitjançant intel·ligència artificial. (2)

L'aplicació de la informàtica i les tecnologies de comunicació a l'àmbit de planta ofereix possibilitats sovint inexplorades. Si volem avançar cap a l'empresa de resposta ràpida, la informació del que està passant a la planta productiva s'ha d'obtenir en temps real. Per això, és imprescindible incorporar sistemes informàtics de control i adquisició de dades industrials (SCADA) que puguin recollir dades de tots els punts de control desitjats en el flux productiu i visualitzar-los en un entorn gràfic adient. La sensorització i informatització dels fluxos productius ens permetrà obtenir l'evolució dels indicadors en temps real, detectar colls d'ampolla i reaccionar en conseqüència.

La tecnologia d'automatització ens permet, d'altra banda, incorporar programes informàtics perquè els equips reaccionin de forma autònoma davant diferents condicions de l'entorn. Actualment, s'avança cap a noves tecnologies d'intel·ligència artificial per prendre les decisions més adients en funció de l'estat de la planta, sistemes experts que reconeixen patrons de comportament, visió artificial per a control de qualitat i màquines modulares per incrementar la flexibilitat.

Una empresa d'acabats tèxtils que va participar en un projecte d'innovació amb el CIDEM va incorporar un sistema expert (sistema informàtic de reconeixement de patrons) per tal d'aprendre de l'experiència del supervisor de planta, que decidia el millor circuit productiu per cada tipus de producte en funció de la seva percepció i coneixement acumulat al llarg de quaranta anys de treball en planta. Els teixits passaven per una matriu de màquines en un itinerari que decidia aquest supervisor sense criteris establerts explícitament. El sistema informàtic va reconèixer els patrons de decisió del supervisor i, després d'un temps de treball paral·lel, va fer-se càrrec de la definició del circuit productiu.

En el sector auxiliar d'automoció, una empresa participant en un ajut del CIDEM disposava d'una línia de procés formada per un conjunt de calderes de vapor on una grua automàtica anava dipositant motlles per a cocció segons un circuit seqüencial (una cua d'ordres de producció). Va incorporar un autòmat amb un mòdul d'intel·ligència artificial per tal que la grua decidís autònomament (event-driven) el seu circuit en funció de l'estat de les calderes, el temps de cocció de cada producte i les incidències de la línia. La productivitat se'n va incrementar un 20 % en eliminar esperes i colls d'ampolla.

És molt important interconnectar el nivell d'automatització de la planta industrial (anomenats sistemes d'execució de manufactura, *manufacturing executing systems*, MES) amb els nivells superiors de planificació (ERP, si és el cas), que veurem al capítol 5, per tal que aquests s'alimentin de dades certes i obtingudes en temps real.

(2) Casos d'èxit d'empreses guardonades amb els Premis a la Innovació Tecnològica, CIDEM, 2002

3.7 Conclusions

Els sistemes de producció tenen una importància decisiva en el funcionament de les empreses industrials. Quan parlem d'innovació sovint ho fem dels processos de desenvolupament del producte, dels sistemes d'informació o dels fluxos logístics, siguin d'aprovisionament o de distribució. Tots aquests sistemes estan relacionats amb la fabricació. Paràmetres que avui en dia resulten ser factors d'èxit de les empreses, com la satisfacció dels clients, es veuen afectats pel funcionament dels sistemes de producció; per exemple, el compliment dels terminis de lliurament és funció dels nostres temps de resposta interns així com de l'eficiència de les nostres plantes.

És, per tant, important no oblidar els sistemes productius a l'hora de definir i portar a terme la nostre estratègia d'innovació amb les operacions. No hem de renunciar a cap objectiu de flexibilitat,

El camí central del control quantitatiu La disciplina bàsica: organització i ordre a la fàbrica

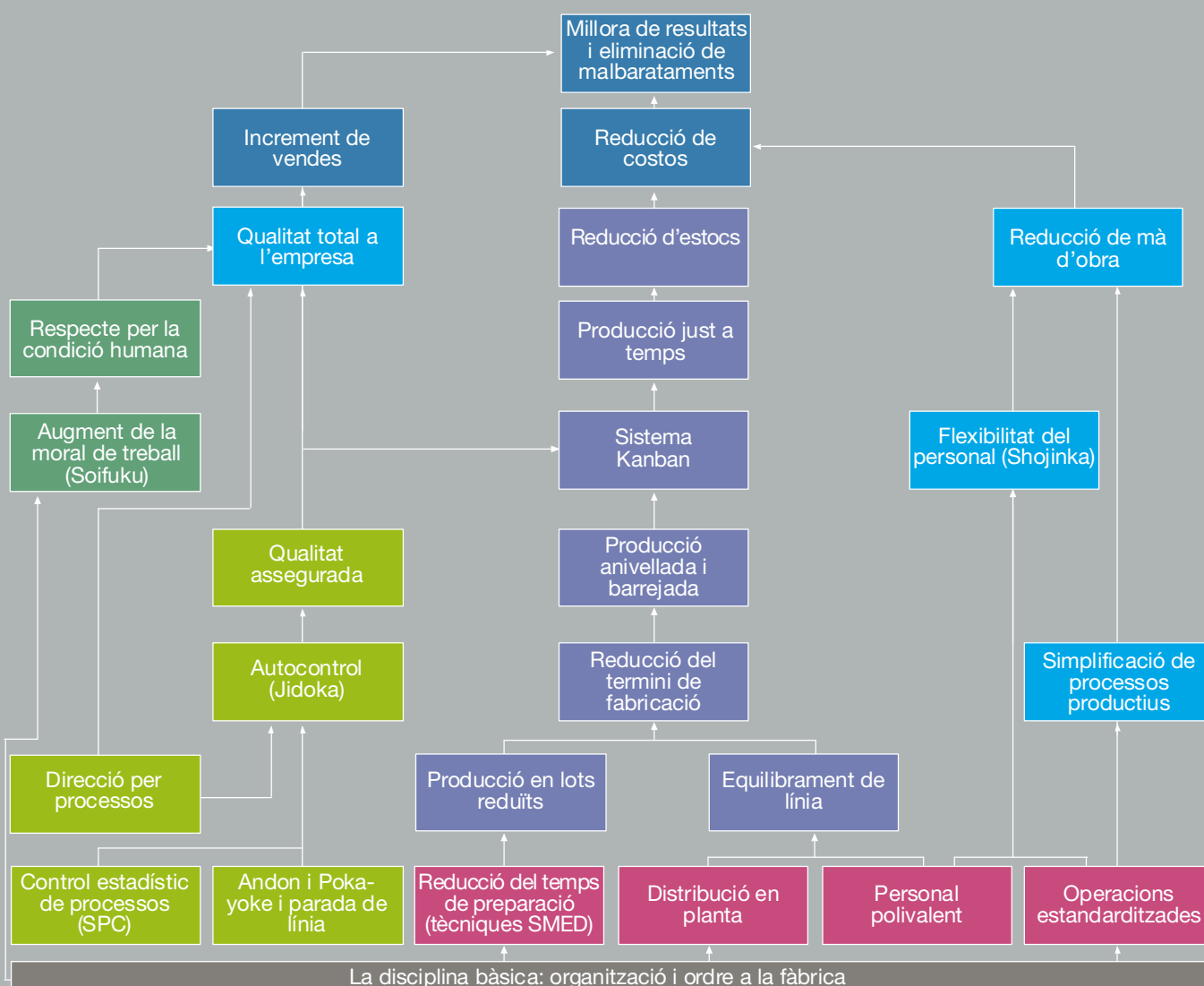


fig 17 Sistema de producció JIT a Toyota

servei o cost. La implantació de sistemes de millora contínua en les nostres plantes, i la innovació tant dels sistemes de producció com dels logístics, ens obrirà portes a les quals avui no podem accedir per cost, qualitat, flexibilitat o servei. Analitzar la situació des d'una perspectiva de procés de negoci i fer-hi participar tota la plantilla creant grups de millora en el desenvolupament de les solucions (per exemple, del DEMAMC, TPM, sistemes SMED i *lay-ows* senzills enfocats a producte) són dos pilars per a la innovació dels nostres sistemes productius tal com hem vist a la figura 6.

Tot i la importància que tenen les innovacions tecnològiques en les instal·lacions, per treure-hi el màxim profit es fa imprescindible comptar amb sistemes organitzats perquè les persones no només els puguin gestionar sinó que els millorin contínuament. La infraestructura (les persones, l'organització, la planificació, els indicadors...) és, tal com hem vist al capítol 1, potser més important que l'estructura (la localització, la classe de procés, l'enfocament...).

No voldria acabar aquestes conclusions sense referir-me al professor Monden, que va escriure el llibre del sistema de producció a Toyota (figura 17), que ha contribuït tant a implantar el just a temps a aquest país i que definia el camí central quantitatiu del JIT com la seqüència d'implantar l'SMED i, per tant, de treballar amb lots més petits, després anivellar i seqüenciar la producció perquè, com ja sabem, és un prerrequisit per poder implantar el sistema Kanban i, per tant, per arribar a ser més flexibles, tenir menys estocs i menys costos a les fàbriques.

La flexibilitat de màquines i operaris i la qualitat total són inherents a aquest sistema central, i per aconseguir que les nostres fàbriques siguin més competitives no es poden separar de la filosofia JIT, tal com veiem a dreta i esquerra de la figura 17, resum que fem servir a ESADE.

4.1 La logística i la cadena de subministrament

Durant els darrers anys es constata no sols un notable "debat" sobre la importància de la logística en el si de les empreses, sinó també un seguit de mesures estratègiques i operatives encaminades a millorar la gestió del flux de materials i d'informació en els processos d'aprovisionament, de fabricació i de logística de distribució. Alhora s'observa una optimització remarcable de la gestió de la informació que se'n deriva, ja que els fluxos de materials i d'informació ara ja no han d'anar sempre units i algunes parts dels processos logístics poden ser virtuals. Això és així per dues raons: d'una banda, es redescobreix el potencial de la logística com a generadora de clars avantatges competitiu, cada vegada està més orientada a màrqueting i menys a enginyeria; i, de l'altra, s'han desenvolupat un seguit de models de gestió que faciliten la implantació de programes d'actuació que van més enllà de millorar l'eficiència de les organitzacions (millorar servei i cost a les línies de productes clàssiques) i que, en molts casos, permeten redefinir o redissenyar els models de negoci (aportar innovació i resposta ràpida a les noves línies de producte), tal com veiem a la segmentació de la figura 1. (1)

Logística i avantatge competitiu

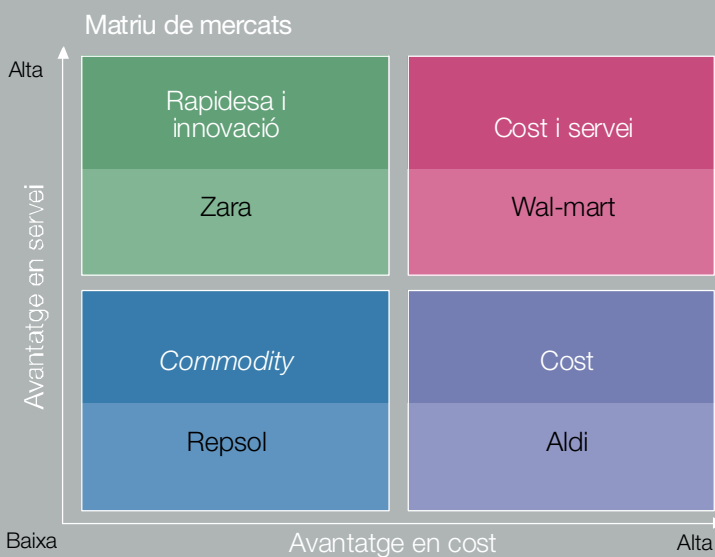


fig 1 Els models d'innovació logística

Gairebé totes les empreses conviuen en un entorn competitiu molt condicionat pel fenomen, ara per ara imparable, de la globalització i de la integració i centralització de la logística. La facilitat d'accedir a nous mercats obliga a redissenyar les xarxes de distribució i, amb freqüència creixent, a relocalitzar les capacitats productives i definir un model global de gestió de compres.

(1) Martin Christopher, "Logistics and Supply Chain Management", *Financial Times Management* (1999)

Paral·lelament a aquest fet, i molt probablement com a conseqüència seva, la pressió competitiva que suporten les empreses és cada cop més gran i els clients són cada vegada més exigents vers la proposta de valor que els ofereix l'empresa. També hi ha coincidència a afirmar que aquesta tendència no s'aturarà i que la transformació de les cadenes *push* o *pull* que hem vist als capítols 2 i 3 és gairebé imparable. Les dades del mercat cada vegada més són vitals per dirigir i integrar les cadenes de subministrament.

Així doncs, no es pot parlar de logística sense tenir una clara orientació a client. Malgrat això, les formes organitzades de les empreses no sempre responen adequadament en la seva orientació (sovint la logística està massa enfocada a tecnologia i poc a màrqueting).

Cal remarcar que aquest document no pretén tant donar una resposta personalitzada a les necessitats individuals i sectorials de les empreses, sinó servir com a eina per a la reflexió i esdevenir una guia per definir i centrar el marc conceptual, i també per apuntar les línies mestres d'actuació en noves tendències.

4.1.1 El procés d'integració de la logística i la gestió de la cadena de subministrament

Martin Christopher (2), sintetitza els estadis (figura 2) pels quals transita i evoluciona la logística dins les organitzacions:

- a) **Fase 1: situació inicial.** En una fase embrionària o base de partida, considera que la funció logística actua com a activitat subsidiària de les grans àrees funcionals de les empreses (compres, producció, distribució...). Les empreses centren els seus esforços a aconseguir costos unitaris de producció baixos, que facilitin una bona sortida dels productes al mercat. Els costos logístics no són gairebé mai mesurables ni, per tant, prioritaris per a les empreses. Tampoc no ho és el servei en la mesura que el que mana són els elements tangibles del producte.
- b) **Fase 2: integració funcional.** La independència i l'aïllament de les diferents funcions de negoci dona pas a un primer procés d'integració en què el cost total preval sobre la suma de costos unitaris. La logística i la gestió sincronitzada dels fluxos de materials permeten aconseguir una millora clara en l'eficiència de l'organització. D'altra banda, les empreses reconeixen la necessitat de rendibilitzar els seus actius físics (instal·lacions i equipaments) i realitzables (inventaris de primeres matèries, de productes semielaborats i de productes acabats). La gestió eficient del binomi servei-cost fins i tot ha conduït al fet que algunes empreses converteixin en unitat de negoci els seus departaments de logística (per exemple, Tabacalera amb la creació de l'empresa Logista).
- c) **Fase 3: integració interna.** És la integració dels diferents processos de negoci en un únic procés que gira entorn de la cadena de subministrament. L'organització, plenament integrada, es dirigeix per processos (3), generats i comandats per equips multifuncionals, sota el dictat del comportament de la demanda, que està en planificació constant. Aquest procés d'integració millora la coordinació de funcions, integra el flux físic de materials i d'informació, unifica responsabilitats i millora els sistemes globals de gestió, cosa que facilita la consecució dels objectius generals de les empreses.
- d) **Fase 4: integració externa.** Amb aquesta visió externa, l'empresa passa a formar part d'una cadena constituïda per diverses entitats de proveïdors de materials, fabricants, distribuïdors i clients finals. Per tal que aquesta cadena sigui competitiva, ha d'entrellagar les parts mitjançant

(2) Cranfield Business School, Regne Unit.

(3) Vegeu el capítol 1, punt 1.5 ("La direcció per processos")

un procés operatiu perfectament sincronitzat i mitjançant uns sistemes d'informació que facilitin un alt nivell de comunicació en temps real. Dit d'una altra manera, els avantatges d'aquestes xarxes d'empreses enfront dels seus competidors rau en la seva capacitat de coordinar amb agilitat i rapidesa les competències individuals de cada membre i en la possibilitat d'establir estratègies i objectius comuns entre ells. La competència sorgeix no tant entre les empreses, sinó entre les diferents cadenes de subministrament en què aquestes empreses participen (figura 3).

La integració de la cadena logística

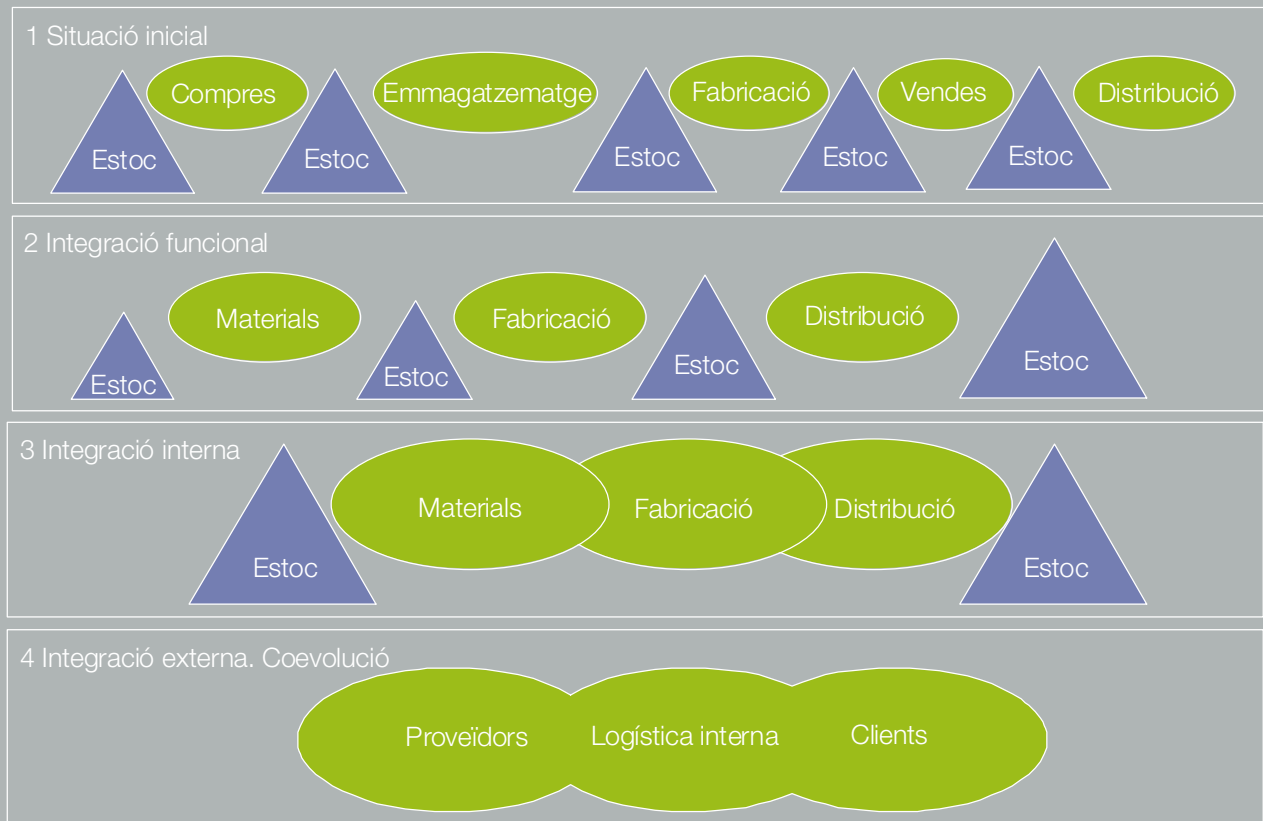


fig 2 Fases d'integració logística

Els avenços que s'han produït en el camp de la logística i la gestió de la cadena de subministrament han estat, indubtablement, considerables. Enquestes de diferents fonts assenyalen que la petita i mitjana empresa es troba majoritàriament entre els estadis 2 i 3 descrits. Algunes d'aquestes empreses, de vegades per falta de coneixements i de vegades per falta de recursos, però sobretot per la possibilitat de crear sinergies entre elles, entren en processos d'associació. Vegem, per exemple, l'oferta de serveis logístics que incorpora la central de compres de gran consum Euromadi per als seus associats.

D'altra banda, la gran empresa es troba majoritàriament en l'estadi 4 i impulsa amb força programes d'integració amb els seus proveïdors i distribuïdors, cosa que provoca un efecte d'ona expansiva. Els programes dels quals sentim a parlar més avui dia són, en la logística d'entrada, el VMI (inventaris dirigits pels proveïdors) i, en la logística de sortida, el CRP (procés d'aprovisionament continu), tal com ja hem vist al capítol 2.

Sembla que els processos futurs es basaran en nous programes de col·laboració en la cadena de subministrament i, sobretot, a planificar i optimitzar conjuntament entre diferents empreses el sistema de transport (per exemple, millorar els retorns de buit), com veiem al final de la figura 3.

Col·laboració en la cadena

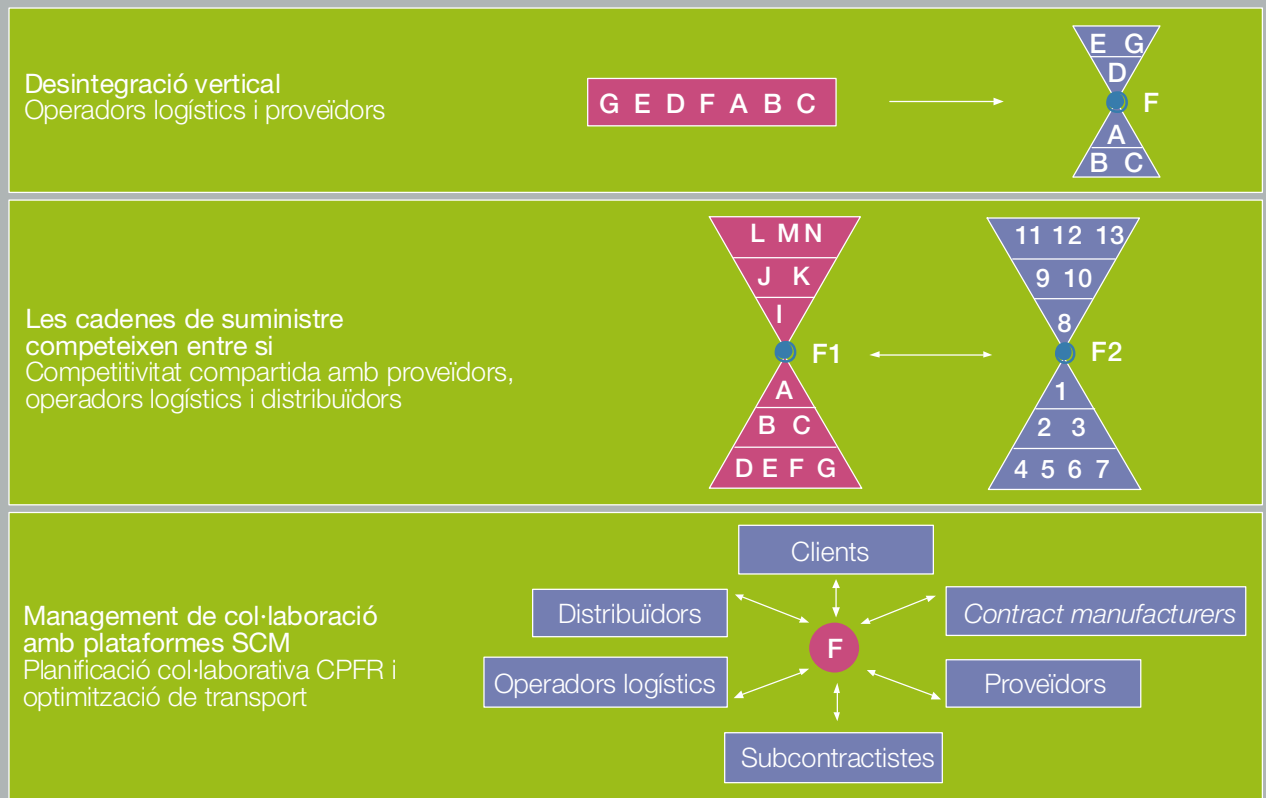


fig 3 Competència entre cadenes de subministrament

4.1.2 Factors per a la determinació d'una estratègia logística

Si fugim de la visió tècnica d'alguns especialistes en logística, trobarem experts en estratègia competitiva, com ara Michael Porter (figura 4), que assenyalen les línies d'actuació en aquest camp en plena concordança amb la visió externa de mercat que defensen els experts de logística, de millora de les variables competitives d'innovació, flexibilitat, qualitat, servei i cost que hem vist al capítol 1. Però, sobretot, aquest nivell de coincidència es produeix per l'enorme capacitat d'interacció que té la funció logística amb les principals àrees funcionals de l'empresa: màrqueting i finances. És possible crear i desenvolupar canals de venda sense un bon sistema de distribució física? Té sentit parlar de sistemes de producció flexibles sense una gestió d'aprovisionament optimitzada? Es pot definir una política de compres i de segmentació de proveïdors sense uns bons KPI (indicadors de negoci)? Es pot gestionar la tresoreria de l'empresa amb independència de la política d'estocs?

Millorar la col·laboració amb els nostres proveïdors i distribuïdors mitjançant la planificació redueix els costos de transacció i optimitza el servei al client.

Escurçar el temps: La logística àgil i la direcció de la cadena de subministrament juguen un paper molt important en el temps de llançament de nous productes i milloren la flexibilitat.

Fer servir dades reals de vendes i planificar la demanda facilita la millora i la capacitat d'innovar els processos i redueix el *lead time logistic* total, les mancances i els inventaris. Les cadenes *pull* s'estan imposant cada vegada més.

Integració de sistemes d'informació: Dificilment podrem dissenyar el nostre model de negoci sols, sense una bona integració interna i externa dels sistemes d'informació de la logística.

Localització, externalització i factors institucionals: La localització dels centres productius i dels centres de distribució té un gran impacte en els costos, l'accés a personal qualificat, els tipus impositius i el grau de servei. Els clústers són un model optimitzat que permeten fàcilment externalitzar parts de la logística.

fig 4 Crear i mantenir l'avantatge competitiu

Seguidament podem veure el gran impacte que la logística té tant en el compte de resultats de les empreses com en el balanç, per tal d'entendre la forta relació que ha d'existir amb la direcció de finances (figures 5 i 6).

Impacte de la logística en el benefici

Estat de resultats	Variable logística
Vendes netes	Servei al client
Cost dels productes venuts	Costos de compres Planificació de capacitat Costos de fabricació
Despeses d'administració i vendes	Procés de comandes Transport Emmagatzematge Control d'inventaris Packaging Administració
Despeses financeres	Finançament d'inventaris
Benefici abans d'impostos	

fig 5 Logística i estat de resultats

Impacte de la logística en el balanç

	Balanç	Variable logística
Actiu	Circulant	Cicle de comanda Compliment de comandes Inventaris
	Fix	Magatzems i flota Fàbrica i equips
Passiu	Circulant	Quantitats de compra
	Deute Capital	Finançament d'inventaris Finançament d'inversions

fig 6 Logística i balanç

Des d'una perspectiva logística, igual que ja hem vist al capítol 1, els experts consideren que hi ha dues grans àrees d'intervenció que facilitaran la consecució dels objectius de la logística (figura 7), i que les decisions, tant estructurals com infraestructurals, que prenem dia a dia en cadascuna de les deu àrees de la figura 7 han de ser coherents i consistents amb els objectius logístics de cost, servei, qualitat de subministrament (incloent-hi també la qualitat en la distribució), flexibilitat i innovació.

- Decisions estructurals:** Són les que fan referència a la construcció dels mitjans estructurals necessaris per dissenyar el sistema logístic. Així, les empreses es plantegen la dimensió i la ubicació de la xarxa de distribució física tenint en compte tant les fàbriques i el seu enfocament com els centres de distribució i les plataformes de trànsit (magatzem de connexió sense gairebé existències que serveixen per fer la distribució capil·lar), a la vegada que les característiques, la dimensió i les distàncies dels mercats a servir. Es defineixen també les tipologies dels centres de distribució i es dissenyen els seus *layouts*; es determinen les polítiques i els mitjans de transport més adients; però, sobretot, es prenen les grans decisions relacionades amb el nivell d'integració i els models de creixement, és a dir, el grau d'externalització de les funcions logístiques. Finalment, i molt probablement el més difícil, cal seleccionar i en molts casos apostar pel sistema d'informació principal que conduirà el sistema logístic.
- Decisions infraestructurals:** L'empresa pren en consideració aquells nivells de competències necessàries perquè el sistema creat operi amb eficàcia: com es definirà una política d'inventaris i la seva ubicació en la cadena de subministrament, quan i com circularà aquest inventari, com es gestionarà el cicle de comanda (*push o pull*), com es definirà i es gestionarà la política de servei, quins seran els sistemes de planificació i control més adients. Tot aquest seguit de decisions determinen el nivell de coneixements i pràctiques directives que requereix l'empresa, la manera d'organitzar-les i de mesurar-ne l'eficàcia.

Lògicament, el conjunt de decisions i d'actuacions s'observen d'una forma íntimament relacionada. Per exemple, amb un bon nivell de planificació de la demanda podem disminuir els estocs i optimitzar les capacitats de producció i d'emmagatzematge. Amb la presa de decisions dia a dia en les diferents línies de productes és com dissenyarem l'estratègia i millorarem les variables competitives de mercat, tal com ja hem vist al capítol 1.

Els nivells estratègics i l'estratègia de logística

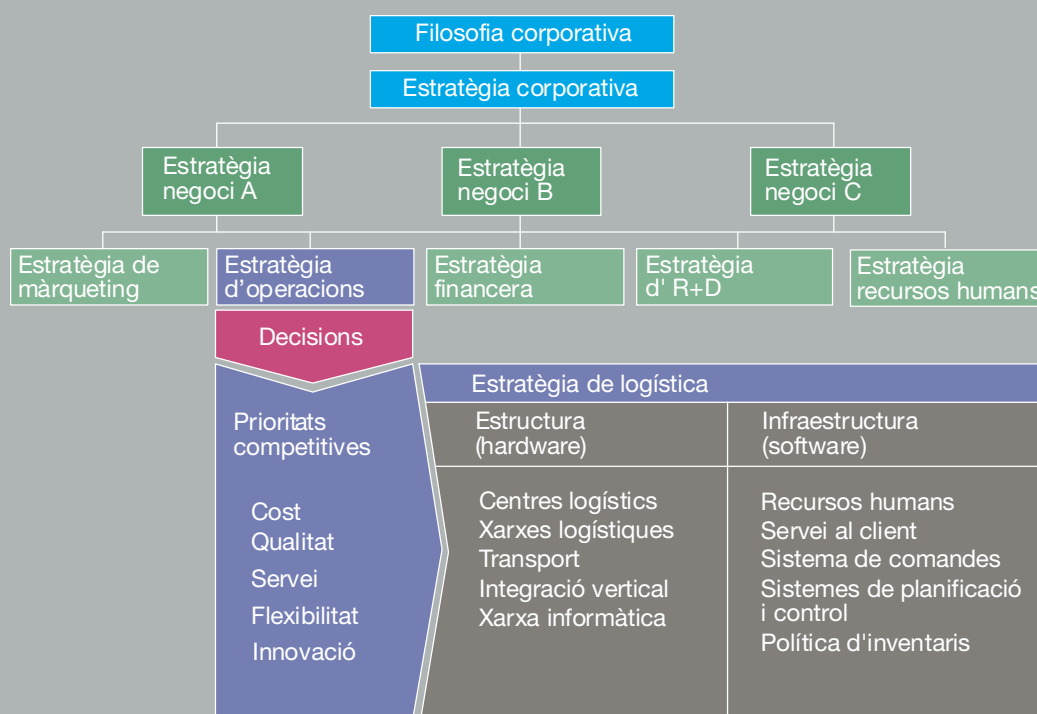


fig 7 Decisions estratègiques en logística

4.1.3 La logística i la gestió de la cadena de subministrament en les pimes

Amb freqüència, els executius i propietaris de petites i mitjanes empreses comenten que el potencial de generar avantatges competius mitjançant la logística i la gestió de la cadena de subministrament queda restringit a l'àmbit de la gran empresa, que disposa de més recursos.

No compartim aquesta opinió. Observem com les pimes han fet i fan esforços considerables per obrir-se a nous mercats, per desenvolupar nous canals de comercialització dels seus productes, per adaptar-se a les necessitats individuals dels seus clients, per innovar i ser competitives. I per aconseguir aquests objectius disposen d'organitzacions flexibles, poc estructurades encara, orientades a l'acció, amb sistemes de comunicació informals molt desenvolupats i amb una dimensió que facilita el treball multidisciplinari i en equip. Si això és així, no hi ha raó per tancar-se a nous camins que vagin més enllà dels moviments tàctics i operatius. Inditex o Mango en el passat recent tenien una dimensió de pime i han sabut evolucionar fins a assolir les posicions de lideratge logístic que en aquest moment ocupen.

És clar que per a les petites empreses ja no és prioritari solament vendre a l'exterior. També hauran de comprar a l'estranger i desenvolupar sistemes logístics innovadors, enfocats als seus clients, cada vegada més internacionals i sofisticats. El gran esforç i encert fet en la venda internacional haurà de tenir continuïtat també en les compres i en la logística, és a dir, en la direcció i integració de la cadena de subministrament.

4.2 Implantació de programes de superioritat logística: la gestió eficaç del sistema temps-servei-cost

El principal objectiu que es marquen les empreses cada vegada que incorporen el "factor logístic" en les seves agendes de treball és buscar fórmules que permetin minimitzar costos, a la vegada que millorar els nivells de servei i escurçar el temps de resposta. En principi, hom podria pensar que són tres elements que es contraposen; la realitat s'encarrega de demostrar que aquesta voluntat és clarament assolible. En general, reduir el temps esdevé cada vegada més important que reduir els costos. I la logística és una de les poques activitats empresarials que és susceptible de reduir cost alhora que esdevenir factor diferenciador en servei o temps.

Es constaten, tanmateix, dos elements contradictoris:

- Molt poques empreses coneixen amb exactitud quina és la "factura total" dels seus costos logístics, sigui perquè una part els tenen dins el cost de les compres o sigui perquè els tenen externalitzats. A la figura 8 podem veure que els costos logístics són els d'emmagatzematge, transport, finançament d'inventaris i gestió logística; i que, en contra del que pot semblar, la posició òptima no és sempre la de mínim cost, sinó la d'optimització del binomi servei-cost, per tal d'evitar sobre costos que gairebé mai no valorem, com són les obsolescències i la venda perduda. Per exemple, amb un model de costos mínims, una vaga de transport a França de pocs dies ens podrà suposar, a escala de pèrdua de mercat, els estalvis fets durant els últims anys amb un model logístic orientat solament a cost mínim.
- Poques empreses defineixen una política formal de servei al client que vagi més enllà del "millor servei possible" i poques són les que disposen d'indicadors o de mètriques adequades, però el més significatiu és la manca de coneixement quantitatiu del seu impacte sobre les vendes. L'element en què convergeixen els costos logístics i el nivell de servei són els comptes de resultats de les organitzacions: de la mateixa manera que entenem que costos logístics elevats deterioren les partides de despeses operatives, les ruptures d'estocs o la manca d'un nivell de servei adequat afecten negativament els ingressos per vendes i produeixen moltes vendes perdudes. Els bons indicadors de servei al client han de ser codissenyats amb clients mitjançant tècniques d'investigació qualitativa i quantitativa.

Costos logístics

- Cada nivell de servei porta associat un cost de venda perduda
- L'objectiu és baixar els costos totals i col·locarse en el nivell de servei de benefici màxim

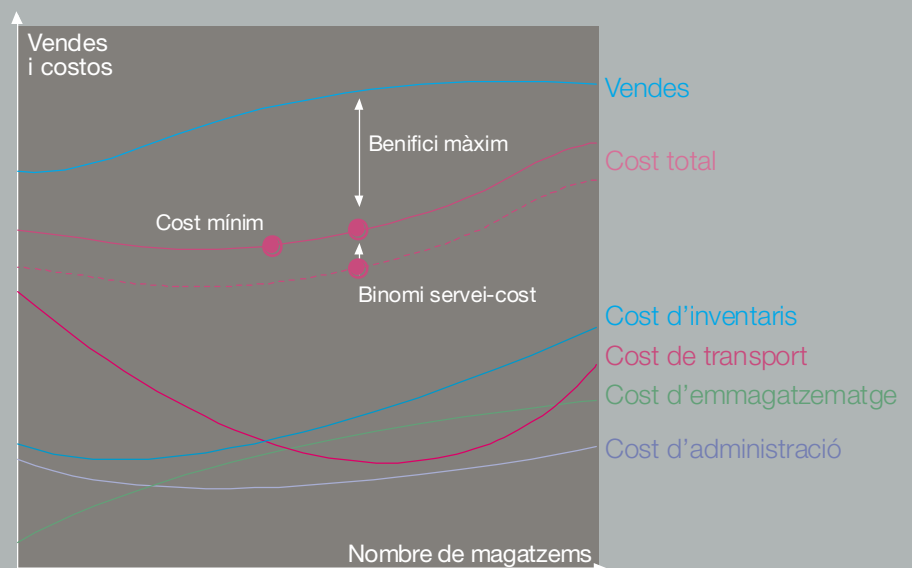


fig 8 Binomi servei-cost

Qualitat de servei

“El servei al client és un concepte perceptiu que ha de ser vist a través dels ulls dels clients”

$$\text{Taxa d'acompliment de l'ordre} = \frac{\text{Nombre total unitats rebudes}}{\text{Nombre total unitats demanades}}$$

$$\text{Taxa d'acompliment en línia} = \frac{\text{Nombre total SKU amb unitats rebudes igual a demanades}}{\text{Nombre total SKU amb unitats demanades}}$$

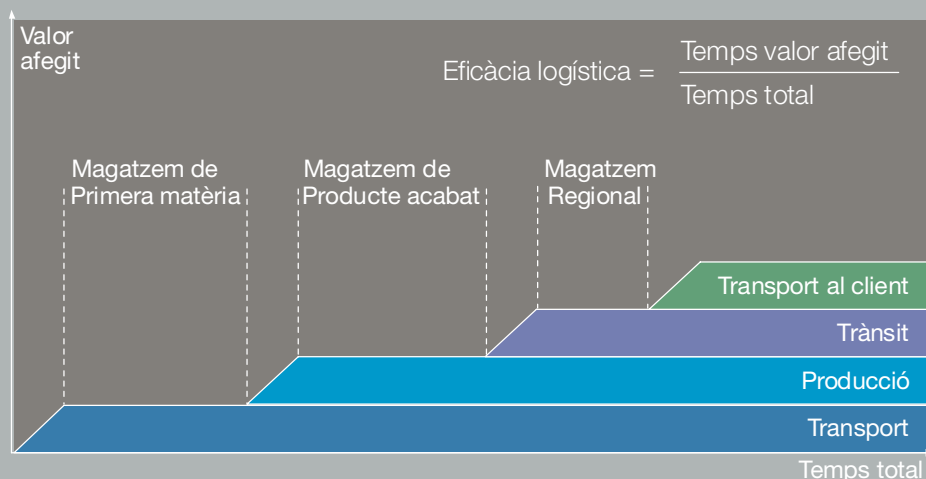
*SKU: Unitat d'emmagatzement en estoc

	Escenari 1		Escenari 2	
SKU	Demanat	Rebut	Demanat	Rebut
A	1000	990	1000	1000
B	2000	1990	2000	2000
C	4000	3990	4000	0
D	2000	1990	2000	2000
E	1000	990	1000	1000
Total	10000	9950	10000	6000
Order Fill Rate	99,5%		60%	
Line Fill Rate	0,0%		80%	

També es fan servir percentatges de comandes completes (*Orders Complete*) i percentatges d'entregues a temps (*On Time Delivery*)

fig 9 Exemple d'indicadors de nivell de servei en gran consum

Quines activitats afegixen valor?



Una activitat afegeix valor si:

- 1 És important per al client
- 2 Canvia físicament el producte
- 3 Aproxima el producte al client

fig 10 Valor afegit amb el mínim temps

A la figura 9 podem veure un exemple de dos indicadors de servei que utilitzen les empreses de gran consum, els anomenats compliment de comandes (*order fill rate*) i compliment de línies de comanda (*line fill rate*).

Pel que fa a la nova variable temps, l'eficàcia logística en sectors en què la moda o la tecnologia són determinants es valora per la rapidesa.

Zara triga menys de tres setmanes des que dissenya fins que la roba arriba a les seves botigues. Fora d'Europa, totes les comandes són servides per avió. El temps de resposta és la gran font d'avantatge competitiu de l'empresa.

Tal com veiem a la figura 10, cal analitzar i eliminar totes les activitats que no aporten valor afegit als nostres productes (per exemple, inventaris). Cap client no pagarà més per tenir estocs elevats.

4.2.1 Models per a la gestió del sistema temps-servei-cost

Per tal d'avançar en el coneixement de les millors pràctiques logístiques que ajudin a la gestió del sistema temps-servei-cost, proposem l'anàlisi de tres opcions:

- Model d'estratègies logístiques basades en el cicle de vida del producte
- Model per determinar la millor cadena de subministrament per a una línia de productes
- Model d'operacions àgils (*agile*) enfront de model d'operacions ajustades (*lean*)

Cada model proporciona respostes concretes a la problemàtica que se'ns planteja, però la seva riquesa més gran prové del fet que són models connectats i interrelacionats, com veurem més endavant.

4.2.1.1 Model d'estratègies logístiques basades en el cicle de vida del producte

El model d'estratègies empresarials basades en el cicle de vida de les línies o famílies de productes té un alt nivell d'aplicabilitat a l'hora de definir estratègies logístiques. Com veiem a la figura 11, en una fase inicial de llançament de nous productes les prioritats logístiques se centren en la disponibilitat del producte, en la flexibilitat de gestionar volums i tipologies de clients i en la capacitat de subministrar comandes de tota mena i gairebé sempre difícils de preveure amb anticipació. Les variables competitives són, novament, flexibilitat i innovació.

En fase de creixement, la logística prioritza el servei, la rapidesa i la fiabilitat dels lliuraments. En fase de maduresa, l'enfocament logístic se centra en la gestió eficient del binomi servei-cost (la qualitat a tota la cadena de subministrament ha de ser totalment consistent, alhora que cal minimitzar els costos). En fase de declivi, la prioritat competitiva de la logística rau en la màxima reducció dels costos i en l'atenció de solament aquells clients o aquelles comandes que justifiquin un determinat nivell de rendibilitat.

Així doncs, a mesura que les nostres línies de productes passen pel cicle de vida i canvien les variables competitives, haurem d'anar canviant totes les decisions que prenem, tant pel que fa a les variables estructurals (figura 12) com a les variables infraestructurals (figura 13).

Estratègies logístiques i cycle de vida del producte

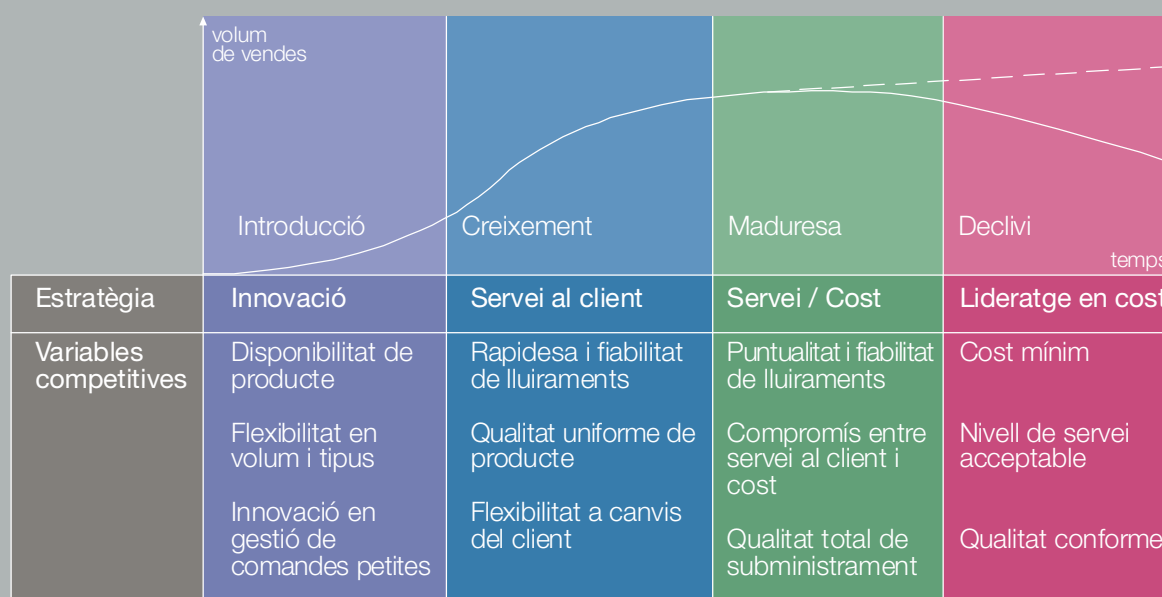


fig 11 Model de cycle de vida

El hardware de les estratègies logístiques clau

	Innovació	Servei al client	Servei / Cost	Lideratge en cost
Centres logístics (magatzems)	Un o pocs Control de producte Gestió externa	Reguladors i regionals Gestió informatitzada Gestió mixta	Regional i plataformes Gestió i manteniment automatitzades Gestió mixta	Un o pocs Totalment automatitzats Gestió pròpia
Xarxa logística	Lliuraments directes des d'una única fàbrica Pocs magatzems Magatzems externs	Xarxa multiesglaons Descentralització de fàbriques Magatzems reguladors i magatzems regionals i locals mixtos	Reduir esglaons i lliurament directe Enfocament de fàbriques Reduir magatzems locals i regionals externs	Nombre mínim de magatzems Automatització de càrregues i descàrregues Fàbrica enfocada a producte
Transport	Ràpid Extern Agrupament	Emergència (escombra) Courier Extern/propri Agrupament (clients) i càrregues completes (xarxa)	Expedició directa a clients. <i>Back haul</i> Propi (llarga distància) i extern (capilar) TL (<i>truck load</i>) i descomptes per volum	Baix cost Propi TL (<i>truck load</i>) i tren <i>Back haul</i> total
Integració vertical	Continuïtat de subministraments Qualitat de subministraments Proveïdors flexibles a canvis d'especificacions	Proveïdors amb rapidesa Fiabilitat de lliuraments Alta capacitat de resposta	Proveïdors amb puntualitat de lliuraments Fiabilitat de lliuraments Disponibilitat de línia completa	Economia d'escala Centralització de compres Subministradors que competeixen en preu

fig 12 Canvis de les variables estructurals

El software de les estratègies logístiques clau

	Innovació	Servei al client	Servei / Cost	Lideratge en cost
Servei al client	Individualitzat	Generalitzat	Diferenciació segons ABC	Centralitzat
	Flexible	Descentralitzat	Diferenciació clients clau	Grans clients
	Innovador	Indicadors de lliuraments	Indicadors de fiabilitat	Indicadors de cost
Comandes	Sistema a mida	<i>Lead time</i> únic	<i>Lead time</i> segons ABC	Comandes mínimes
	Flexibilitat de comandes	Flexibilitat a canvis	Segmentació per canals	Descomptes per volum
	Innovació	Sistemes de comandes urgents	EDI en clients clau	Comandes centralitzades
Sistema de planificació i control	Informal	MRP de JIT, seqüenciador i DPR	DPR, APS	Integrat
	Centralitzat	Descentralitzat	Centralitzar	Centralitzat
	Flexible	Període congelat per a Cs	Període congelat segons ABC	Rígid
Inventaris	Començar a descentralitzar	Descentralització d'inventaris	Iniciar centralització d'inventaris	Inventaris centralitzats
	Evitar obsolescències	Nivells alts d'estocs a prop dels clients	Reduir nivells d'estoc regionals	Nivells mínims d'inventaris
	Gestió externa	Gestió mixta : empresa i operador	Gestió mixta : empresa i operador	Gestió pròpia

fig 13 Canvis en les variables infraestructurals

A mesura que les línies de producte van madurant, haurem de canviar també la xarxa logística (figura 14). Passarem d'una xarxa descentralitzada, amb magatzems reguladors i regionals (vàlida per a una estratègia de servei al client), a una xarxa centralitzada de servei-cost, on des de les fàbriques enfocades s'arriba als clients per mitjà de magatzems regionals, molts d'ells convertits ja en plataformes logístiques amb molt poc inventari.

Des d'un punt de vista clàssic, les empreses reconeixen que per desenvolupar un sistema de distribució física han de treballar sobre quatre grans polítiques (que coincideixen amb els costos logístics de la figura 8):

- Inventaris:** reducció permanent d'estocs, sense arribar a ruptures de comandes.
- Política de transports:** rapidesa i flexibilitat enfront de baix cost.
- Costos d'emmagatzematge:** xarxa i tipologia de centres de distribució, optimització d'espais d'emmagatzematge i màxima productivitat en la gestió i preparació (*picking*) de comandes.
- Administració:** millora de l'eficiència dels costos transaccionals i dels índexs de servei amb els clients i els proveïdors.

La gestió individualitzada d'aquestes polítiques assoleix un nivell de complexitat elevat quan se'n constaten les interconnexions i els compromisos (*trade-offs*). Així, si reduïm el nombre de magatzems, gràcies a una política més acurada en la gestió d'estocs, es poden veure incrementats els costos de transport. El mateix exercici es pot fer confrontant la resta de variables. Aquest nivell de complexitat augmenta a l'hora de relacionar els elements que componen el sistema de distribució física, com a part de la política de distribució de l'empresa, amb les polítiques de màrqueting: polítiques de producte, preu, publicitat i promocions.

La matriu producte – distribució

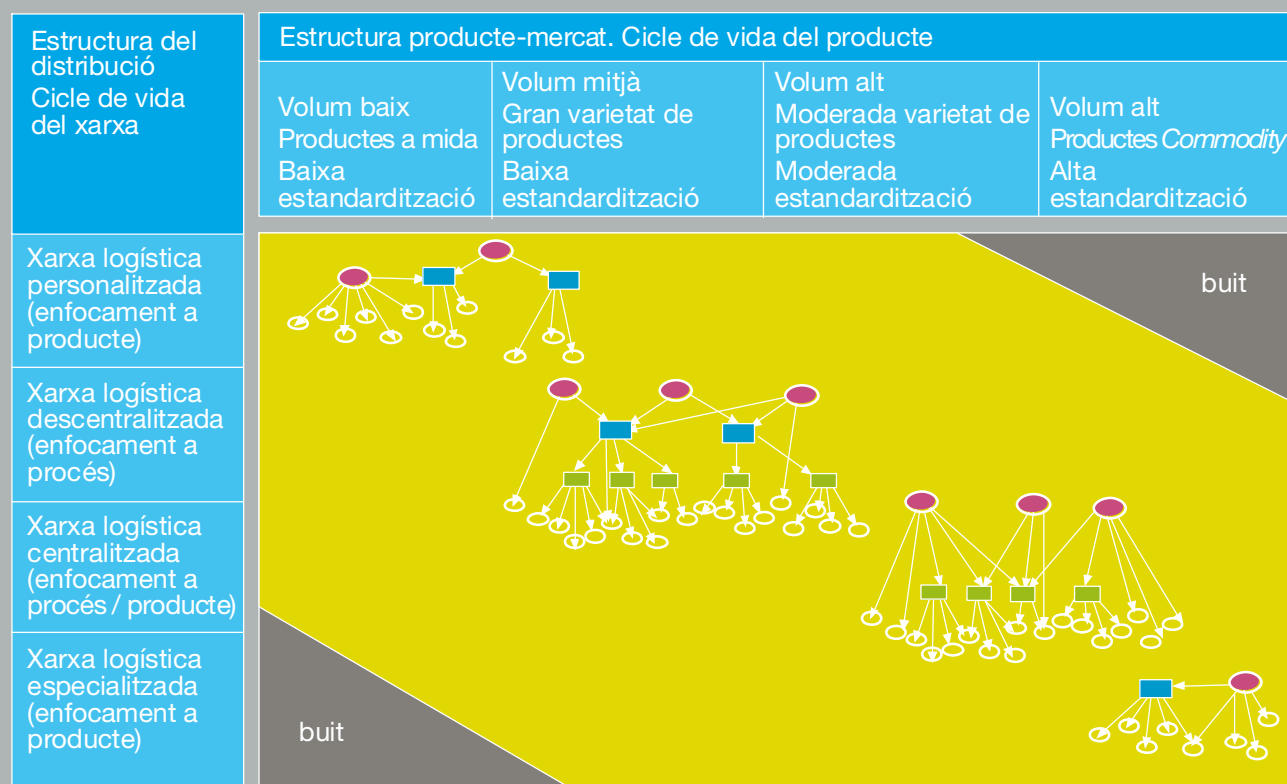


fig 14 La matriu producte distribució

Per ajudar a gestionar aquesta complexitat comentarem dues propostes necessàries:

- Segmentació per clients, canals i línies de productes.** La primera proposta es basa en la determinació d'establir mecanismes de càlcul dels costos logístics basats en els criteris de la comptabilitat de costos: escandallar els costos logístics de la mateixa manera que calculem els costos estàndard d'un producte en el seu procés productiu. Quan s'assoleix aquest nivell de coneixement dels costos logístics, els podem imputar a clients o fins i tot a les comandes. Així veurem quina és la rendibilitat associada a cada comanda, a cada client, a cada línia de producte o a cada canal. És el sistema de comptabilitat ABC, basat en l'activitat. El resultat és que l'empresa podrà segmentar la seva cartera de clients i aplicar polítiques concretes per a cada segment o canal.

Aquest exercici es podria fer de forma inversa: de primer, segmentar els clients segons les seves necessitats i tipologies i, tot seguit, definir una política de servei amb uns costos associats que transparentin la rendibilitat de les operacions, els clients o els canals. Aquesta segmentació hauria de ser prèvia a la decisió de què farem nosaltres i què podem externalitzar. Per tant, igual que ja hem vist en compres, també haurem de segmentar per clients i canals per tal de definir els models de logística de distribució.

- Operadors logístics externs.** La segona proposta consisteix a externalitzar tot o una part del sistema logístic. Un avantatge associat a aquesta opció és que l'operador permet visualitzar els costos (mitjançant les factures). Això pot facilitar, i gairebé sempre ho fa, un marc tarifari específic per a cada procés logístic i/o canal i client. En general, externalitzarem l'emmagatzematge i el repartiment capil·lar, però difícilment el disseny de la logística.

Exemple d'evolució d'una xarxa de distribució de gran consum

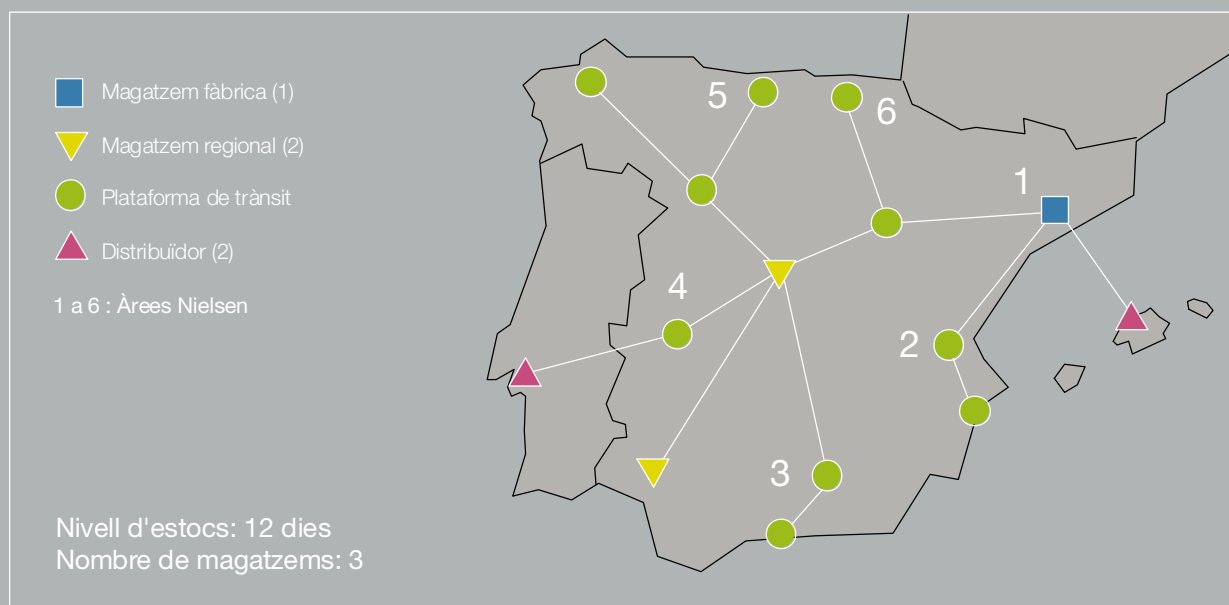


fig 15 Exemple de xarxa de gran consum

A la figura 15 podem veure un exemple de xarxa de gran consum (producció i distribució de Pet Foods a l'Estat espanyol), amb les diferents àrees on s'han de servir les comandes dels hipermercats en menys de 48 hores. Avui dia aquesta xarxa ja ha eliminat el magatzem de Sevilla i està estudiant convertir el magatzem regional de Madrid en plataforma de trànsit, de manera que únicament quedi el magatzem de la fàbrica de Catalunya. La base del sistema són les plataformes de trànsit dels operadors multiclients. Aquesta xarxa opera amb dos operadors logístics, un d'específic per al Mediterrani i el País Basc i un altre per al Centre i Sud. En aquest sector l'estoc màxim de distribució és d'uns dotze dies. Aquesta xarxa operava amb el 35 % de comandes directes a clients, que se superposava a la xarxa dissenyada.

4.2.1.2 Model per determinar la millor cadena de subministrament per a un producte

Un altre model analitzat (4) planteja com construir cadenes de subministrament a partir de la naturalesa dels productes. Es basa a discriminar els productes segons el nivell de predictibilitat de la seva demanda. Els productes amb una demanda fàcil de predir i d'estimar són definits com a productes "funcionals". Els productes que tenen una demanda difícil de preveure (per exemple, productes molt associats a la moda) o, en alguns casos, de demanda totalment impredecible o estacional es cataloguen com a productes "innovadors". Aquestes categories de productes duen associades un conjunt d'atributs, que es defineixen a la figura 16.

(4) El de Marshal Fisher, professor de la Wharton Business School, sintetitzat en el treball "What is the right Supply Chain for your product?" i publicat a la *Harvard Business Review*, març-abril de 1997.

	Funcionals (Demanda predictable)	Innovadors (Demanda difícil de preveure)
Vida	+2 anys	3 mesos – 1 any
Marge de benefici	5 – 20%	30 – 60%
Varietat	aprox 15 categories	Alta (en milers)
Error en l'estimació	10%	40 – 100%
Mancances	1 – 2%	10 – 40%
Rebaixes en preu	0%	10 – 25%
Lead Time (fabricar per comanda)	6 mesos	1 setmana

fig 16 Atributs dels productes funcionals i dels innovadors

Així doncs, la naturalesa dels productes determina la selecció de la cadena de subministrament. A partir d'aquesta premissa, determinarem dos tipus de cadena de subministrament (figura 17):

- Per als productes funcionals**, xarxes eficients orientades a aconseguir uns costos logístics molt competitius. La baixa marginalitat del producte i el seu llarg cicle de vida ens forcen a ser molt estrictes en la gestió del binomi servei-cost. S'observa una forta coincidència amb les estratègies logístiques a desenvolupar durant la fase de maduresa del cicle de vida del producte. Un producte funcional seria, per exemple, les sopes de Gallina Blanca o els Donuts de Panrico.
- Per als productes innovadors**, xarxes de resposta ràpida: la prioritat és la flexibilitat i la capacitat de resposta immediata. La brevetat del cicle de vida d'aquests productes comporta que la prioritat del sistema logístic sigui l'adaptació a una demanda impredecible i, amb freqüència, molt variable. Es podria fer un paral·lelisme amb els productes de la fase de creixement que comentàvem en el model del cicle de vida de la figura 11. Un producte innovador seria, per exemple, els bolígrafs i les plomes Inxocrom o la roba de Mango.

Tanmateix, moltes empreses tenen una única xarxa de distribució per on fan passar totes les seves línies de productes. Aquest model, igual que el model del cicle de vida, determina que, com que les variables competitives de les diverses línies de productes són diferents, necessitem diferents xarxes, orientades a cost-servei per als productes funcionals i orientades a resposta ràpida per als productes innovadors.

Aquest model pot donar un primer nivell de propostes de solucions per a les noves necessitats logístiques que planteja el comerç i les transaccions encara limitades entre empreses a través d'Internet. Les noves tecnologies seran un gran facilitador per a l'accés a nous mercats i per a la creació de nous canals de comercialització; una gran eina al servei de la desintermediació, un motor de millora i d'eliminació de costos de transacció, i un instrument per al desenvolupament de serveis personalitzats.

Cadena de subministrament *Agile* del *lean* a l'*agile*

“Adequar les cadenes de subministrament a les variables competitives de les línies de productes o divisions”

Cadena de subministrament	Productes funcionals (madurs)	Productes innovadors (nous)
Cost (cost/servei)	Xarxa eficient (Campbell Soup, P&G)	Xarxa no adequada
Resposta ràpida (Innovació / flexibilitat)	Xarxa a centralitzar	Xarxa ràpida (Sport, Obermeyer's, Zara)

Cal evitar fer passar els nous productes per cadenes de subministrament tradicionals orientades a cost

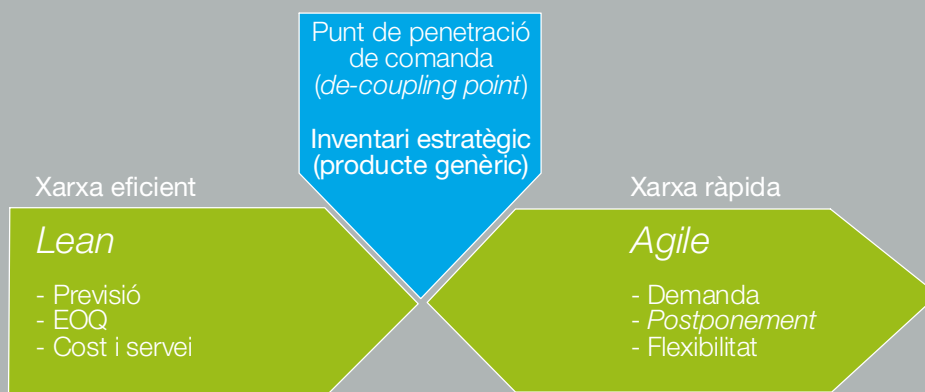


fig 17 El model de Fisher

4.2.1.3 Model *agile* enfront de model *lean*

Molt íntimament relacionats amb el model anterior i com a desenvolupament seu, els últims avenços en el camp de la logística se centren a combinar els models logístics encaminats a millorar l'eficiència dels sistemes (ajustats, *lean*) amb aquells que faciliten una capacitat de resposta ràpida (àgils, *agile*). Els mateixos conceptes de producció que ja hem vist al capítol 3 són vàlids, doncs, per a la logística (figura 17).

Mentre que el model *lean* agrupa els conceptes i les pràctiques que milloren l'eficàcia operativa i l'eliminació de processos que no aportin valor, el model *agile* se centra a implantar programes que facilitin l'anàlisi i la capacitat d'adaptació al comportament de la demanda. Una cosa és complir els compromisos que exigeixen els nostres clients i una altra de ben diferent és entendre quines són les claus a partir de les quals els nostres clients defineixen les finestres de servei. El model àgil es basa en una alta velocitat de distribució i de fabricació (figura 18) des del moment en què rebem les comandes o hem estimat la demanda futura, ja sigui estadísticament per la història (productes funcionals) o amb un comitè d'experts (productes innovadors).

L'anomenat subministrament àgil no és una filosofia o visió, sinó una aproximació pràctica a l'organització de la gestió de la cadena de subministrament i la seva capacitat d'estructurar-se al voltant de cada client individual. L'objectiu és organitzar-se entorn del cicle de comanda, en lloc de crear un producte o un servei perquè sigui subministrat posteriorment al mercat.

Allan Harrison i René Van Hoek (5) proposen un mecanisme prou comprensible que permet marcar les fronteres entre el *lean* i l'*agile*, i ho fan a partir d'entendre el que defineixen com a costos del procés de subministrament: als costos de distribució física assenyalats a la figura 8 d'aquest capítol, cal afegir-hi els costos d'adaptació al comportament del mercat, és a dir, els costos derivats de les obsolescències o les depreciacions dels productes i els costos derivats de les ruptures d'estocs (vendes perdudes).

Massa sovint observem que les empreses, per diverses raons, no "comptabilitzen" aquestes altres partides de cost. Malgrat aquest fet, també és cert que cada cop són més les empreses que inicien programes de redisseny del procés logístic a partir de la constatació que aquests costos poden, en molts casos, superar els costos de distribució física. Aquesta línia de treball els permet assolir tres objectius nous:

- Millorar els sistemes de planificació de la demanda en un entorn caracteritzat per turbulències constants.
- Facilitar els processos d'integració interna i externa en connectar els sistemes d'informació.
- Optimitzar les capacitats productives i d'emmagatzematge.

El subministrament àgil, completament relacionat amb les cadenes pull, dirigides per la demanda, suposa, doncs, un salt qualitatiu per a la logística i la gestió de la cadena de subministrament, orientat a reforçar la importància de la rapidesa del servei com a element diferenciador i clau per a la competitivitat empresarial.

Model d'implantació d'una cadena de subministrament àgil

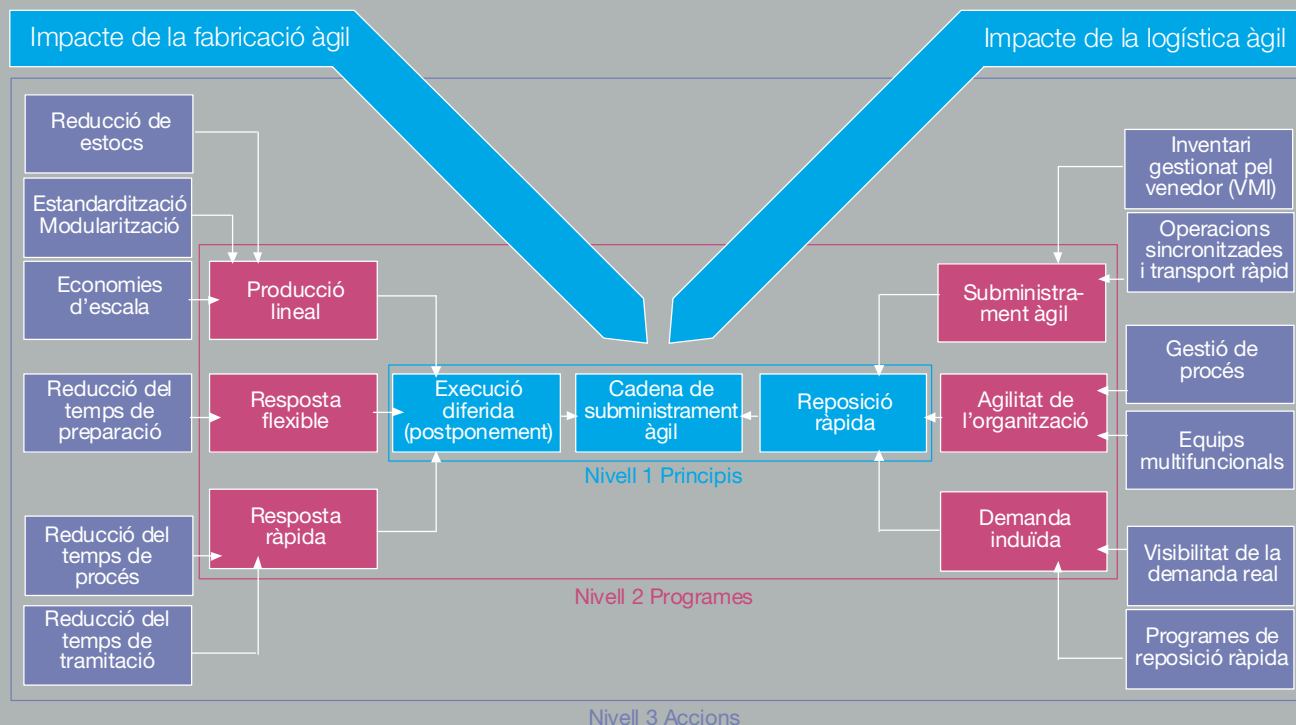


fig 18 Cadena de subministrament àgil (distribució i fabricació)

(5) Professors de la Cranfield School of Management: "Logistics and Supply Chain Management" (Prentice Hall, 2002)

Lògicament, les empreses es veuen abocades a combinar cadenes de subministrament amb capacitats de millora de l'eficàcia operativa i amb capacitats de resposta ràpida. Així ho requereixen la naturalesa dels seus productes i les característiques dels seus mercats, tal com hem vist ja en els models del cicle de vida i de Fisher.

Allan Harrison, director d'investigació logística de la Cranfield School of Management (Regne Unit) i professor visitant del MBA d' ESADE, ho il·lustra d'una manera precisa relacionant terminis de subministrament i característiques de la demanda, tal com podem veure a la figura 20.

La logística àgil va unida, sens dubte, a predicció molt baixa de la demanda i a volums de fabricació molt petits i poc estandarditzats.

The Limited va ser pionera i va reduir, ja als anys vuitanta, a menys d'un mes el cicle de disseny, producció i distribució de les seves col·leccions. Produïa a Àsia i portava la roba des de Hong Kong fins als EUA unes quantes vegades per setmana. Amb jumbos 747 llogats, la duia al seu centre de distribució de Columbus (Ohio) i d'allà, amb camió, tren o avió, a totes les més de 4.200 botigues que tenia als EUA. (Vegeu amb detall la figura 19.)

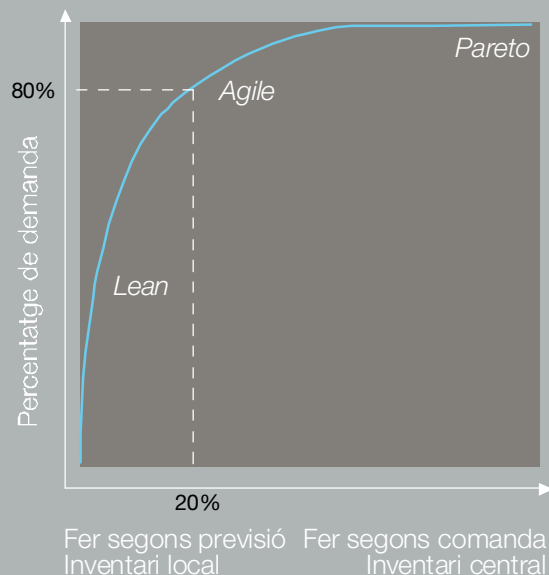
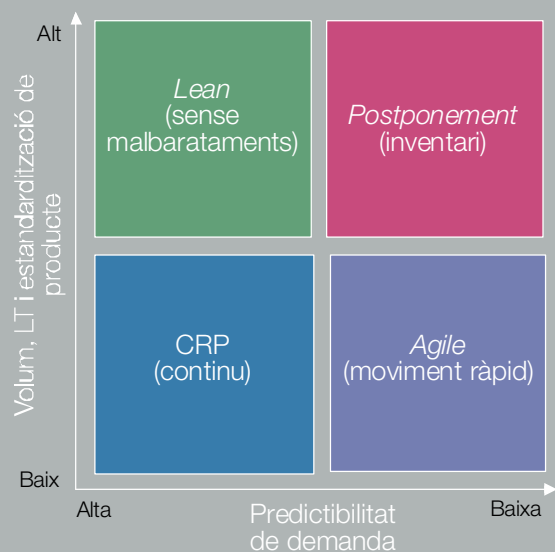
De quina manera The Limited redueix el termini de reaprovisionament de la moda a 30 dies?



fig 19 Exemple de logística àgil del grup tèxtil The Limited

Tanmateix, moltes empreses busquen fórmules que combinin els avantatges de les economies d'escala de fabricació (restriccions del sistema productiu) amb sistemes de distribució ràpida i personalitzada. Tal com hem vist ja al capítol sobre producció, posposar les últimes fases del procés productiu i de distribució facilita aconseguir aquest doble objectiu si el volum és alt, els productes estan estandarditzats i la predicció de la demanda és baixa (figura 20).

Cadena Agile o Lean?



CRP: Continuous Replenishment Program

fig 20 Predictibilitat de la demanda i programes de distribució

Una empresa catalana de Gran Consum va modificar el lliurament dels seus productes als mercats exteriors: en comptes d'enviar el producte acabat, va passar a transferir les operacions d'embalatge i etiquetatge als mercats de destinació. D'aquesta manera, l'empresa no sols estalvia en costos de transport (ja que les unitats d'embalatge s'adquireixen en els mercats de consum), sinó que resol la gestió de referències derivades de les condicions específiques d'etiquetatge de cada país (etiquetes diferents segons la normativa i els idiomes del país). Alhora, aconseguix una gestió molt més eficient dels estocs amb un nivell de ruptures de comandes inferior. Manté, doncs, els estocs estratègics i, per tant, el punt de penetració de la comanda (vegeu la figura 17) en els envasos de color sense etiquetar ni agrupar. Aquest punt coincideix amb el coll d'ampolla de la fabricació. A mesura que van arribant les comandes per països, es posen les etiquetes de plàstic al cim i es comencen a agrupar.

La logística *lean* clàssica se centra en alts volums i alta predicció de la demanda. Coincidiria amb l'exemple de gran consum de Pet Foods de la figura 15. Per a volums baixos de productes estandaritzats amb alta predicció de la demanda aplicariem, tal com ja hem vist al capítol sobre compres, els programes CRP (procés d'aprovisionament continu).

A la figura 21 veiem el procés CRP, que van inventar ja farà més de deu anys Procter and Gamble i Wal-Mart, l'empresa que factura més del món (250 bilions de dòlars) i el gran inventor de la logística detallista moderna. El programa es basa a tenir dades de venda de totes les botigues de Wal-Mart o la seva equivalència (sortides de centre de distribució) i, a partir d'aquí, fixar uns nivells màxims i mínims de detergents als centres de distribució, perquè el fabricant els pugui veure amb els sistemes d'informació de totes dues empreses i vagi reaprovisionant de forma continuada.

EL CRP (Continuous Replenishment Process): P&G i Wal*Mart

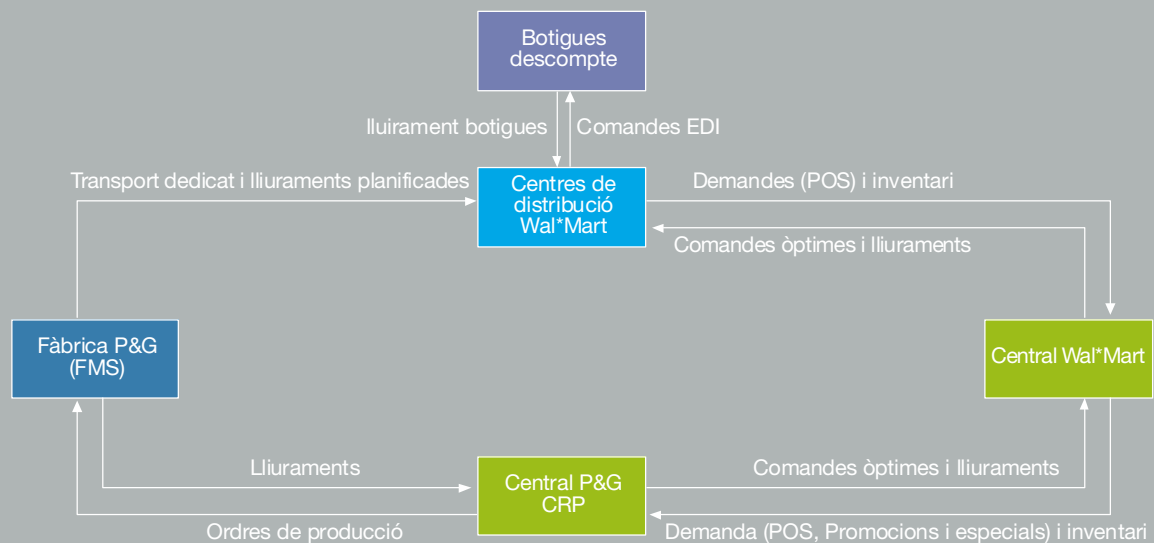


fig 21 El procés d'aprovisionament continu entre Procter and Gamble i Wal-Mart

El model àgil, doncs, no solament està relacionat amb el cicle de vida del producte i el model de Fisher, sinó també amb el sistema pull i el model de producció ajustada, que hem vist al capítol 3 i que podem analitzar amb més detall a la figura 18, (6) on tot comença amb tècniques de canvi ràpid (SMED).

CIMSA Ingeniería de Sistemas és una empresa catalana líder mundial en fabricació de paracaigudes esportius. Si bé el seu mercat tradicional havia estat el paracaigudes militar, produït en massa fonamentalment per a l'exèrcit espanyol, actualment el seu enfocament de negoci (fruit d'un replantejament estratègic sustentat en un perfecte afinament i agilitat dels seus processos logístics) és centrar-se en el mercat de paracaigudes esportius, tot produint contra comanda, personalitzant el disseny i servint el model desitjat en només quinze dies. És el model Dell de resposta ràpida i personalització de la comanda, aplicat en aquest cas al sector tèxtil.

4.3 Organitzar la competitivitat de la logística

Al primer apartat d'aquest capítol hem posat l'èmfasi a detectar quines són les oportunitats que ens ofereix la logística i la gestió de la cadena de subministrament com a motors impulsors de la competitivitat empresarial. Al segon hem repassat algunes de les estratègies que facilitaran assolir una gestió eficient del sistema temps-servei-cost. Per concloure donarem unes línies de treball que ajudin a organitzar el procés de millora i desenvolupament de logística.

(6) Martin Christopher, director del Centre Executiu de la Cranfield School of Management.

a) El canvi intern

La logística és una activitat que interactua amb la resta de processos de negoci de l'empresa. Per tant, és una activitat que requereix la multidisciplinarietat i la participació activa dels directius de les empreses. Per aquest motiu obliga a un canvi d'enfocament substancial: del moviment físic dels productes a la direcció de persones i informació. Freqüentment anunciem que la funció d'un director de logística no és resoldre els problemes logístics entesos en el sentit de "córrer darrere les comandes", sinó dissenyar i implantar xarxes innovadores i actuar com a facilitador de canvis. Encara que aquesta afirmació no desperta un entusiasme generalitzat, el nombre de partidaris augmenta dia a dia. També és indiscutible que les empreses que confien la logística únicament a les funcions que realitza el cap de magatzem o el cap de transports són cada vegada més reduïdes.

b) El disseny organitzatiu orientat al procés i no a la funció

Les filosofies modernes de gestió cada cop s'obliden més de les funcions i s'orienten a processos (vegeu el capítol 1). És molt més important assolir uns nivells de resultats totals superiors a la suma de resultats interns de cadascun dels departaments o àrees funcionals. La logística (visió interna) i la gestió de la cadena de subministrament (visió externa) fan aportacions molt concretes en aquest camp:

- Des d'una perspectiva comercial, aporten capacitat d'interacció amb els clients, perquè determinen i administren el nivell de servei adient per a cada client, canal o segment i perquè minimitzen els costos transaccionals. Però, molt especialment, ajuden a millorar els sistemes de planificació i gestió de la demanda.
- Des d'una perspectiva de producció, contribueixen a anivellar les capacitats i a determinar, segons els terminis de lliurament requerits, les prioritats, la planificació i els ritmes de producció. Així mateix, contribueixen en el procés de desenvolupament de nous productes, en la mesura que redueixen el temps d'arribada al mercat d'aquests productes.
- Des d'una perspectiva de compres, ajuden en el procés de selecció de proveïdors i de materials i a aplicar el nou màrqueting de compres que hem vist al capítol 2.

c) La necessitat de crear relacions de col·laboració de benefici compartit

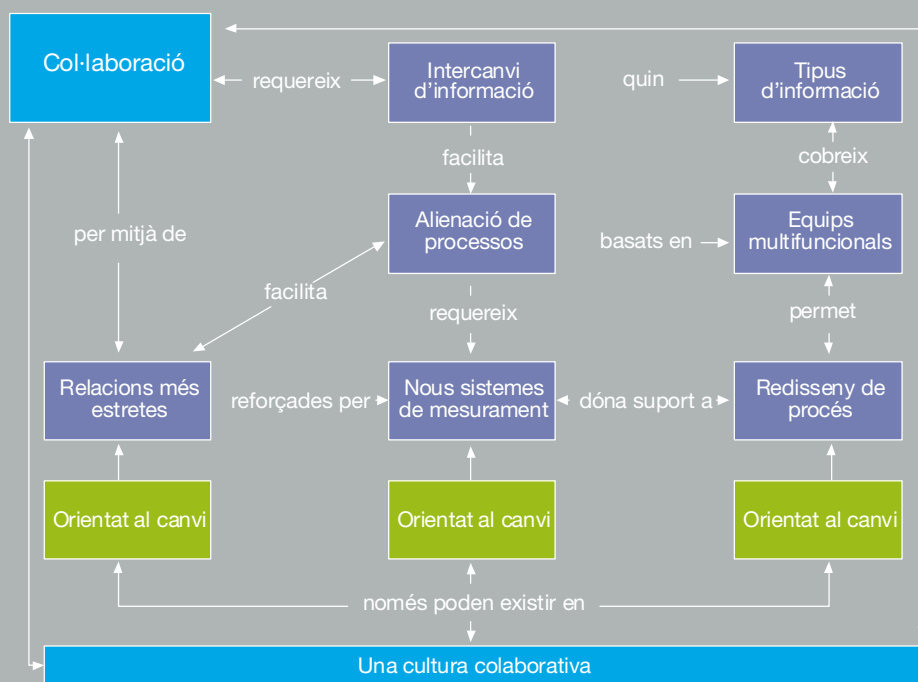
La integració interna dóna pas a la integració externa. Els processos de concentració empresarial i la necessitat de crear aliances estratègiques, juntament amb la necessitat ja esmentada de millorar la competitivitat, forcen les empreses a establir nous marcs de relacions basats en la col·laboració, l'intercanvi d'informació i la compartició de recursos. Per transformar relacions competitives en relacions col·laboratives ens trobem amb tres obstacles: el primer el constitueixen els mateixos llegats històrics, el segon és la poca predisposició que tenen les empreses a compartir informació i el tercer, probablement el de solució més difícil, són els criteris de distribució dels beneficis que se'n deriven.

Mark Barrat i Marteen Green (7) proposen un model de relacions col·laboratives en què es consideren la necessitat d'introduir canvis culturals, la necessitat de crear equips multiempreses, la compartició d'informació i l'alineament dels processos. Aquest model col·laboratiu CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*, col·laboració en planificació, previsions i aprovisionament) de "com ho hem de fer" per poder planificar junts, el podem veure a la figura 22 i també a la web www.cpfr.org.

(7) "The cultural shift: The need for a Collaborative Culture", *proceeding of the Supply Chain Management Conference, Cranfield School of Management* (2001)

El *Supply Chain Council*, format per representants de més de 500 empreses de diversos sectors, va publicar també un model de referència (www.supply-chain.org) per a la creació d'un estàndard consensuat en la definició, l'abast i els sistemes d'avaluació dels processos operatius per a la gestió de la cadena de subministrament, és a dir, "el que hem de fer" per integrar la cadena de subministrament. Aquest model, denominat SCOR (*Supply Chain Operations Reference*) i que es basa a subministrar, produir, lliurar i retornar (logística inversa), es presenta també a la figura 22.

Model CPFR: Col·laboració (el canvi cultural)



Model SCOR: cinc processos diferents de gestió de la cadena

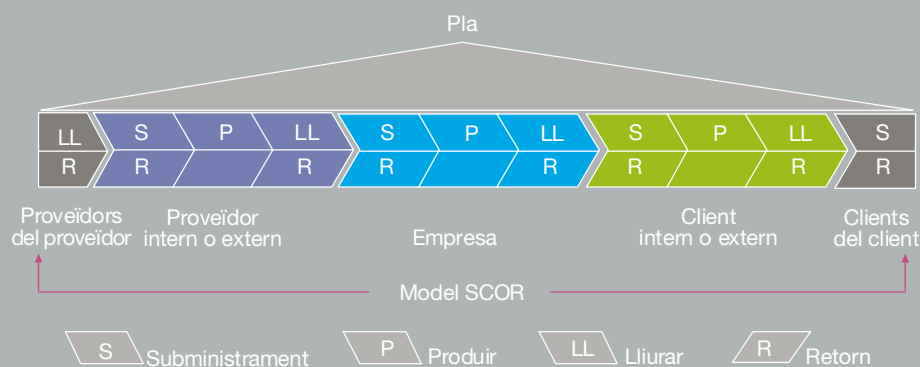


fig 22 El model col·laboratiu CPFR i el model de referència SCOR

d) El desenvolupament i la implantació de nous sistemes d'informació

Les implantacions de nous sistemes d'informació acostumen a ser tan doloroses com necessàries. Si bé és cert que el nivell de desenvolupament de les tecnologies de la informació i la comunicació ha experimentat progressos evidents, també ho és el fet que persisteix un cert grau de confusió a l'hora de seleccionar les aplicacions més adequades i triar els

proveïdors més adients (sobretot per a les pimes). Aquest aspecte serà tractat al proper capítol 5 d'aquest document. (8) Cal remarcar les consideracions següents:

- Creiem necessària la introducció de sistemes de gestió de magatzems (SGA) que incorporin, preferiblement, l'ús de la radiofreqüència i els codis de barra i els seus lectors òptics. L'associació AECOC, (9) per exemple, estandarditza les pràctiques en el mercat de gran consum; Odette ho fa en l'automòbil. El mercat d'oferta està en disposició d'oferir un ventall d'aplicacions d'alt rendiment

a uns costos assumibles. Igualment proposem la possibilitat d'analitzar la implantació de sistemes de gestió de transport. Aquests suggeriments són especialment remarcables ateses les mancances que presenten en aquest camp els grans sistemes de gestió global.

L'empresa ISDIN, fabricant de productes farmacèutics, per exemple, connecta les aplicacions en sistemes de gestió de magatzem amb el seu sistema de planificació de recursos (ERP).

- Recomanem invertir en les interconnexions (interfícies) informàtiques amb proveïdors i distribuïdors (*hubs*). L'intercanvi d'informació entre les parts facilita una comunicació més fluida, de millor qualitat, alhora que redueix els costos de transacció. Internet és, sens dubte, una àrea que cal explotar en aquest sentit. De l'EDI (intercanvi electrònic de dades) passarem sens dubte al protocol XML (*extensive markup language*, llenguatge d'etiquetatge extensible), ja que la inversió és més petita i, a més, permet compartir informació entre diferents empreses.

e) L'externalització de la funció logística

La indústria de prestataris de serveis logístics ha experimentat un fort creixement durant els darrers anys. I ho ha fet sostingudament, tant des d'un punt de vista quantitatiu com qualitatiu. El ventall de l'oferta de serveis logístics ha augmentat significativament per atendre les noves necessitats dels clients, alhora que ha millorat les condicions de contractació.

Deixar a les mans d'operadors logístics algunes activitats com ara l'emmagatzematge, la manipulació i la distribució dels productes suposa aprofitar el nivell de competències que es deriva de l'especialització, accedir a recursos que les pimes no poden afrontar de manera individualitzada, millorar la flexibilitat i, a la vegada, contribuir a transparentar i a fer variables part dels costos logístics (la qual cosa evita mantenir una estructura fixa permanent).

f) Els indicadors

No es pot gestionar allò que no es mesura. No hi ha sistema logístic fiable sense mecanismes de mesura i control: les mètriques o els indicadors serveixen d'instrument d'acceptació comuna per avaluar el nivell de progrés, però sobretot són molt útils a l'hora de determinar l'origen dels problemes i l'aplicació de mesures correctores.

Per establir un sistema d'indicadors haurem de definir el que es mesura, quins són els mecanismes utilitzats per mesurar, la periodicitat amb què es realitzarà i com es faran servir els resultats obtinguts.

(8) Vegeu també *Eines de Gestió de la Cadena de Subministrament*, CIDEM (2003)

(9) AECOC és l'Associació Espanyola de Codificació Comercial.

En una primera fase les empreses acostumen a establir sistemes d'indicadors de caire quantitatiu. Nosaltres proposem completar-los amb indicadors qualitatius, que contribueixen a avaluar el nivell de competències assolit per les organitzacions en el camp de la logística i la gestió de la cadena de subministrament (figura 23). (10)

A la figura 24 veiem un exemple de quadre de comandament amb indicadors KPI (Key Performance Indicators, indicadors clau d'eficiència).

g) **El temps total**

Finalment, volem reincidir en la importància de conèixer el temps total d'una cadena de subministrament (temps de procés, temps de transport i temps d'inventaris).

L'empresa d'alimentació de la figura 25 es va adonar, tot fent el mapa temporal, que solament entre ella, un fabricant i un subministrador se n'anaven a gairebé 200 dies de temps total, incloent-hi 140 dies d'inventaris, mentre que el temps de procés era només de 55 dies. Optimitzant el mapa de temps es pot aconseguir una millor previsió de demanda i una reducció total de cost d'inventari (estalvis de finançament, obsolescència, assegurança, gestió...).

Distribució	Satisfacció del client:
Terminis de distribució Fiabilitat dels terminis de distribució Lliuraments en dates predeterminades Freqüència de lliuraments Terminis de preparació de comandes Fiabilitat de les comandes Productivitat Costos de distribució	Taxa de fidelització Preferència per la marca Satisfacció dels distribuïdors Nivell de servei
Estocs	Flexibilitat:
Nivells d'estocs Disponibilitat d'estocs Velocitat de rotació d'inventaris Ruptures d'estoc Fiabilitat d'estocs Costos d'emmagatzematge	Temps de reacció a noves peticions Comunalitat de components i materials Temps de canvi de productes
Administració	Compromís del personal:
Reclamacions Procediments de reclamació Cicle de comanda (dies) Conformitat de les factures, notes d'entrega	Rotació de personal Suggeriments presentats i acceptats Cultura de servei dels col·laboradors Formació i entrenament del personal
Devolucions	
Percentatge de devolucions Tipologia de devolucions	

fig 23 Llista d'indicadors logístics

(10) Consulteu l'eina de diagnosi logística AD.log, CIDEM (2003)

SCM Score Card: Quadre de comandament de la cadena de subministrament

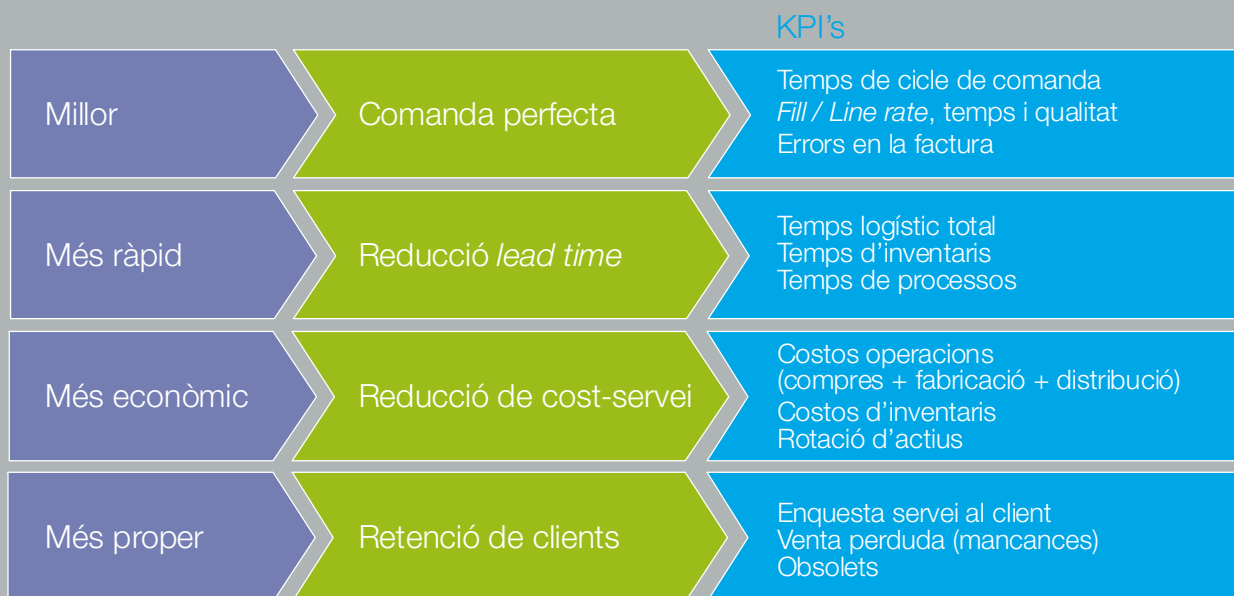


fig 24 Exemple de quadre d'indicadors de comandament

4.4 Conclusions

A partir de la primera definició d'A. T. Kearney del que és una cadena de subministrament (figura 26), és important ressaltar que la gestió ha de començar sempre des del mercat, amb dades reals (sistemes *pull*), i evitar les previsions de demanda, que cada cop serà més fluctuant.

Cal dir que els errors de previsió són amplificats a mesura que progressem cap enrere en la cadena de subministrament, a causa dels retards temporals, de l'existència de lots mínims econòmics de producció, de la política comercial de promocions, etc. (vegeu l'efecte Forrester a la figura 27). L'objectiu de la cadena de subministrament ha de ser respondre en temps real, tan ràpid com sigui possible, a la demanda, comprant, fabricant i distribuint allò que cal en el moment en què es necessita. Aquest nou paradigma minimitza la durada temporal de la resposta de la cadena i elimina un dels principals malbarataments: l'inventari.

Cal subratllar la importància de la col·laboració entre empreses en les cadenes de subministrament, que ja ha començat en el nostre entorn amb els projectes de col·laboració ECR (*Effective Consumer Response*, resposta efectiva del consumidor) entre fabricants i detallistes de gran consum, dels quals ja hem destacat el CRP (model d'aprovisionament continu).

Quant a l'impacte de les noves tecnologies en la cadena, cal assenyalar que, a ESADE creiem que per gestionar les compres, serà necessari muntar interconnexions (*hubs*) col·laboratives entre clients i proveïdors (començant pels estratègics). Tecnologies com ara l'EDI present o l'XML de futur ens hi ajudaran molt. Com més elevat sigui el grau de col·laboració (*partnership*), més informació necessitarem intercanviar.

Mapa de la cadena de subministrament: un exemple

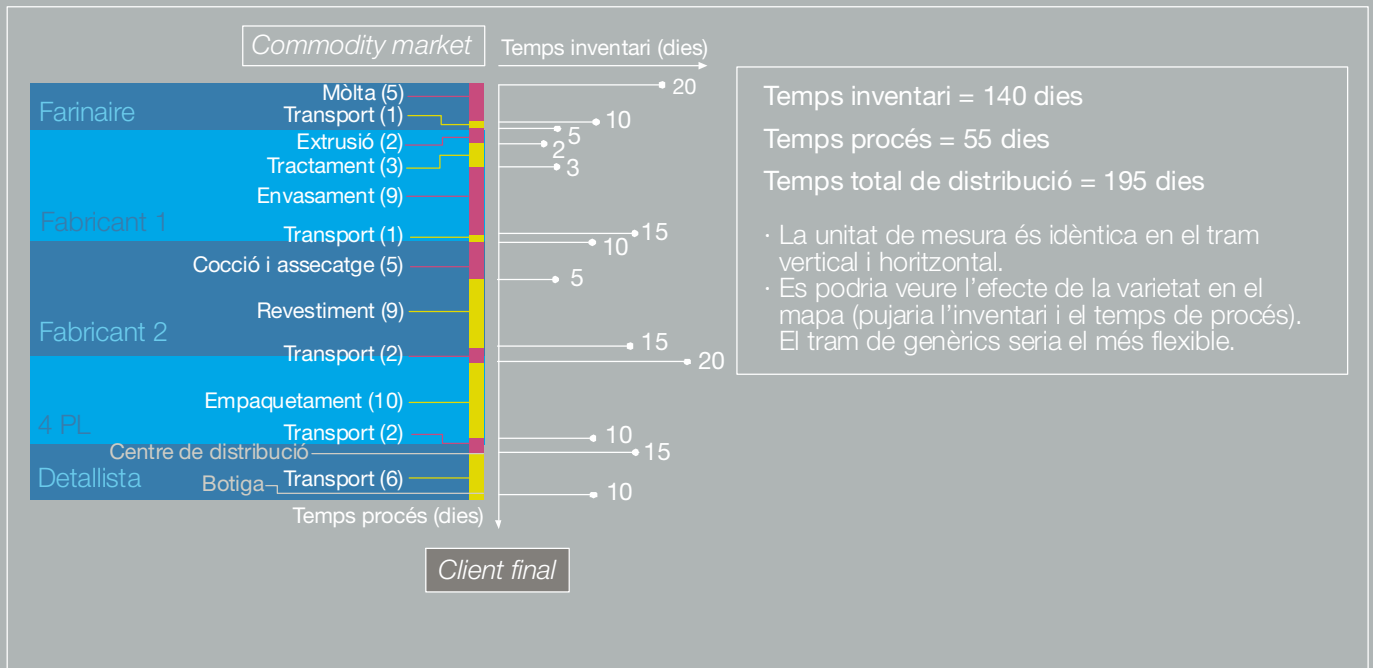


fig 25 Exemple de mapa de la cadena de subministrament

Implantació de l'SCM: avantatges competitius

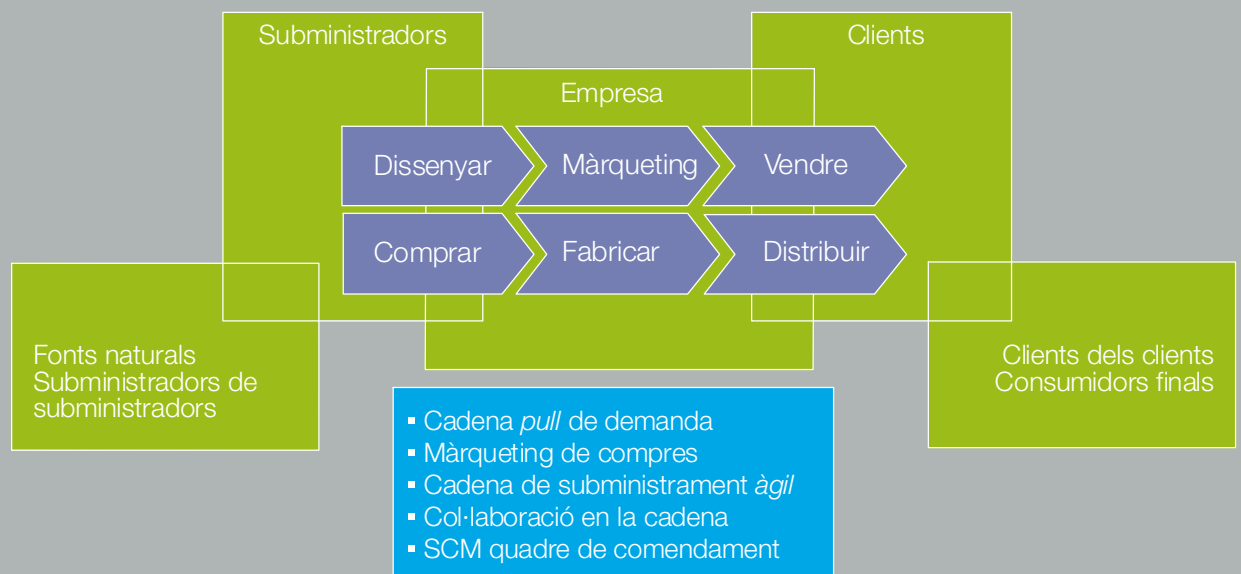


fig 26 Cadena de subministrament

La dinàmica de la cadena de subministrament

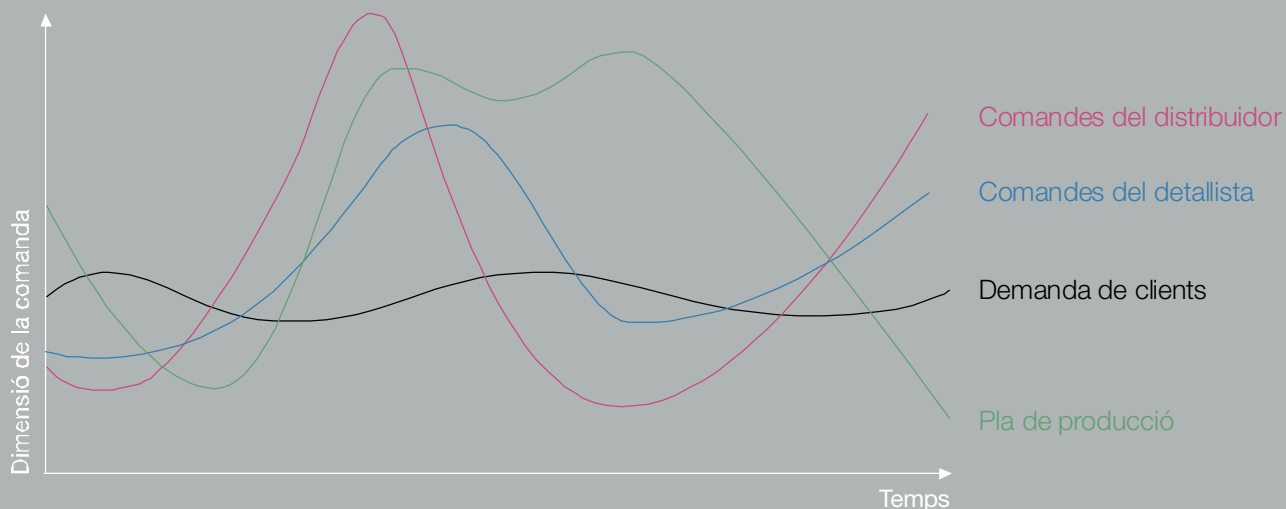


fig 27 Efecte amplificador Forrester

L'impacte en la fabricació ha estat analitzat amb l'aparició dels especialistes de manufactura (*contract manufacturers*), que centren la seva habilitat en les activitats productives. La tècnica de l'ajornament (*postponement*) és la capacitat de personalitzar els productes tan tard com sigui possible, cosa que dota la cadena de subministrament d'una gran flexibilitat aparent.

Pel que fa a la distribució i al transport, cal indicar la importància del seguiment i la traçabilitat (*track and trace*), és a dir, tenir visibilitat de l'estat dels nostres productes, aprovisionaments i comandes a cada moment.

Andreu Pinaluba, S.A. és una empresa líder a Espanya en la fabricació i distribució d'additius, premescles medicamentoses per a l'alimentació animal i productes zoosanitaris. Les instal·lacions a Reus (Tarragona) permeten mantenir un estoc capaç de satisfer qualsevol tipus de demanda i la xarxa pròpia de distribució, el lliurament en un termini màxim de quaranta-vuit hores a qualsevol punt de la Península Ibèrica. Andreu Pinaluba, S.A. ha incorporat un sistema LES (Logistics Execution System), molt útil per a l'emmagatzemament i la traçabilitat en el sector veterinari.

En poder-se separar ja les economies dels materials de les economies de la informació, aniran sortint empreses de compres virtuals, de fabricació virtual i de distribució virtual, que no seran més que intermediaris tecnificats que entraran en les noves cadenes de valor.

Alguns portals de transport, com són Àgora de Damm o Intelogística del grup Agrolimen, han fet un gran esforç per disminuir els retorns de transport a base d'aconseguir que les empreses (fins i tot de diferents sectors) col·laborin. En el primer cas (figura 30), el 34 % dels transports interregionals a Espanya van buits de retorn. La col·laboració futura entre empreses i també la intermodalitat dels transports baixaran sens dubte aquestes xifres en un futur proper.

Logística d'entrada i de sortida

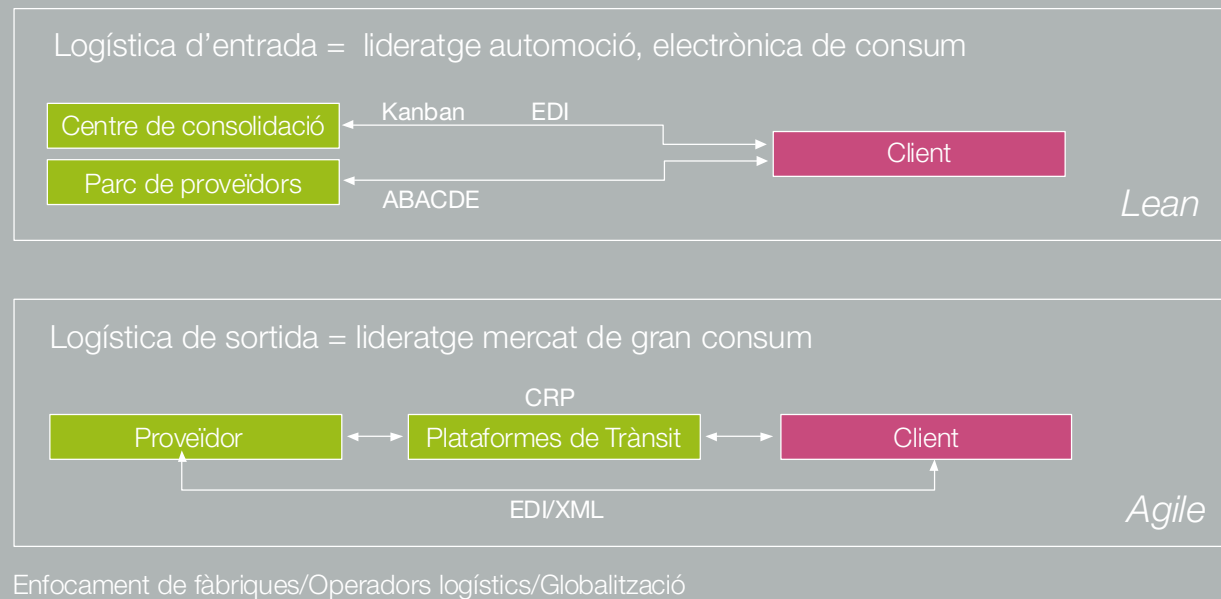


fig 28 Models de logística d'entrada i de sortida

Encara que cada sector industrial és diferent, es dóna una seqüenciació de sectors pel que fa als models logístics. El sector de l'automòbil ha estat el paradigma en gestió de compres, en logística d'entrada i operacions ajustades (*lean*), que s'ha imposat després en altres sectors com ara l'electrònica de consum. Aquest model es visualitza a la figura 28, on al parc de proveïdors arriba la seqüència de subministrament de conjunts ABACDE segons la previsió de fabricació d'automòbils ordenats, que aniran sortint de la cadena de muntatge i dels centres de consolidació les peces petites, que subministren a les línies de muntatge segons senyals kanban. Respecte de la logística de sortida, el sector de gran consum de fabricants i detallistes ha estat el més avançat, amb reaprovisionament continu de l'estoc de client; i sectors com ara el farmacèutic i el químic estan anant a models semblants. Així doncs, en la logística de sortida s'estan imposant els magatzems centrals a les fàbriques, normalment dirigits per un operador logístic, que desenvolupen tota la capitalitat de la xarxa amb plataformes de trànsit o magatzems de connexió amb molt poc estoc (figura 28).

Cal considerar, també, que el mateix producte pot condicionar l'estratègia logística. Per distribuir aigua o cereals per esmorzar els transports han d'anar totalment saturats, ja que la seva densitat de valor (preu per unitat de volum) és baixa. El cost del transport, transferit al preu del producte, dependrà inevitablement d'aquest paràmetre logístic. La distribució de les plantes productives també es pot considerar des d'una òptica de densitat de valor logístic.

Encara que és molt important veure què fan els competidors, encara ho és més analitzar el sector que ens precedeix en bones pràctiques, i mirar d'adaptar els conceptes innovadors que ja ha implantat. Així, el sector de l'automòbil ja està mirant el de gran consum per millorar la seva distribució, i el de gran consum es fixa en el de l'automòbil per millorar la logística d'entrada.

Cadena de subministrament *Agile*: la variable competitiva temps

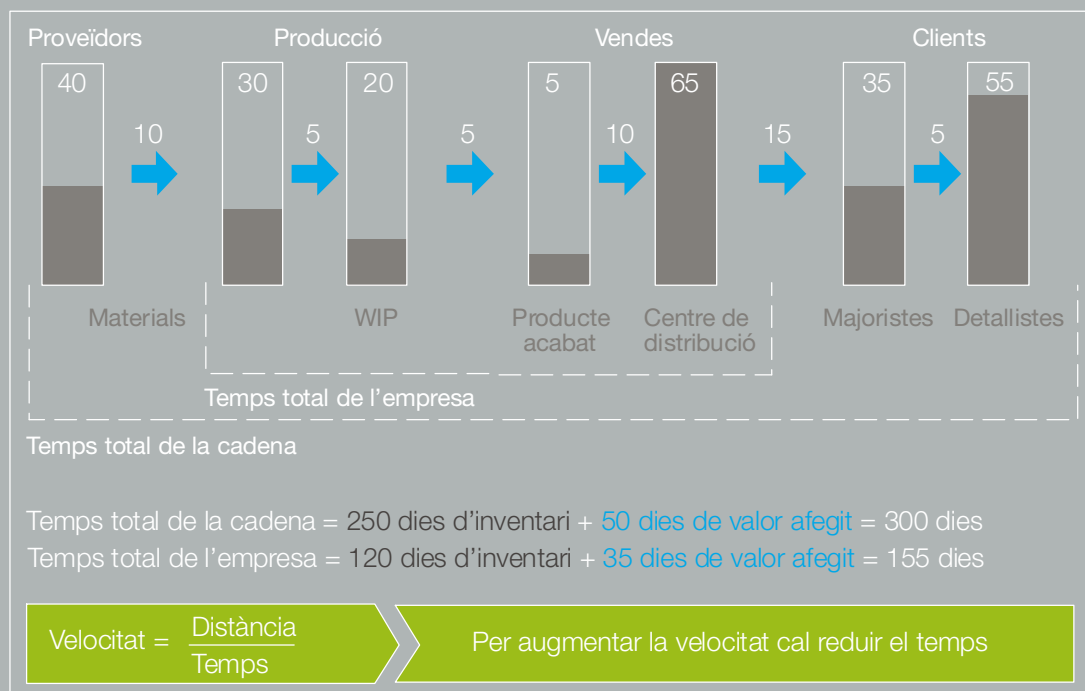
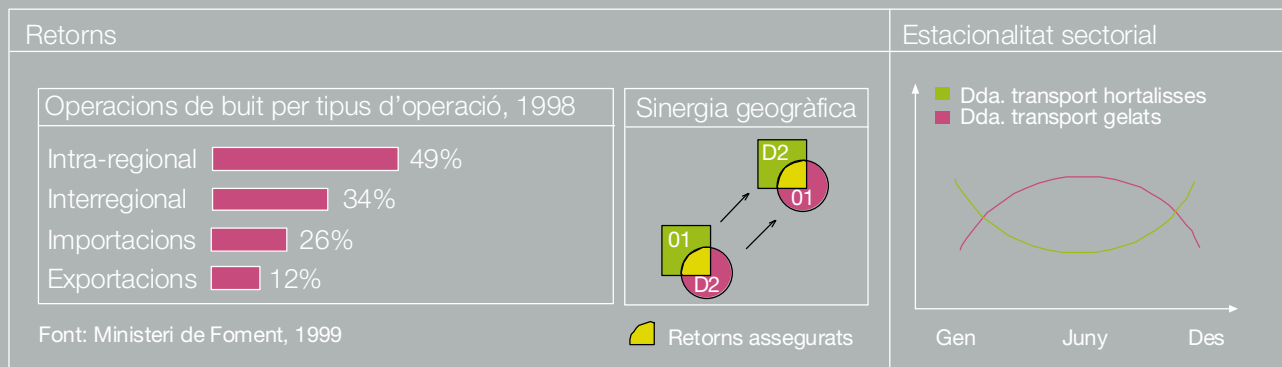


fig 29 Temps total (inventaris i valor afegit)

Portal de transport

Principals ineficiències del sector: desaprofitament de sinergies

Hi ha una falta d'aprofitament de sinergies en els sectors, provocada per la manca de transparència en la informació. S'hi observen dos efectes: un nombre elevat de retorns de buit i una estacionalitat sectorial en el transport



La consecució d'aquestes sinergies produiria una disminució de retorns de buit i també un increment de la rotació d'actius i, per tant, una disminució global del cost de transport, cosa que n'augmentaria la rendibilitat

fig 30 Portal de transport Àgora

La cadena de subministrament àgil (figura 29), pensem a ESADE, s'anirà imposant en molts més sectors durant aquest segle XXI, ja que la variable temps es converteix en la més important de la logística. Reduir el temps total de la cadena de subministrament (inventaris, processos i transport) s'està convertint ja en l'objectiu més important per aconseguir un avantatge competitiu significatiu a les empreses.

5.1 Definició de planificació i objectius

“La planificació ho és tot... Els plans no són res” (1)—i difícilment s'acompleixen. Quina afirmació tan encertada en l'entorn canviant actual, en què la planificació resulta una activitat fonamental per poder anticipar i determinar el que hem de fer tant en el futur (accions que cal dur a terme a llarg, a mitjà i a curt termini), com en el moment actual. Si l'actuació implica necessàriament l'ús o el consum d'uns recursos que, per definició, són escassos, l'objectiu últim de la planificació és la maximització dels resultats que obtenim de la utilització o consum d'aquells primers. Anticipant, preveient el que pot passar en el futur i preparant-nos per afrontar-ho, estalviem molts recursos que, altrament, l'empresa gestionada sense planificació prèvia malbarataria, pel fet d'estar sempre aplicant solucions “apagafocs”, precisament per manca de previsió.

Malgrat tot, encara que reforcem el missatge que planificar és bàsic, cal no oblidar que difícilment els plans o les previsions s'acompleixen exactament tal com s'ha previst. Ben al contrari, solen

El sistema informal de planificació i control d'operacions:
La fàbrica gestionada per mitjà de la crisi

Materials	Enginyeria i Qualitat	Producció	Comercial i assistència tècnica
Planificació elabora plans alternatius per passar dels productes per als quals falten components a uns altres productes	Enginyeria adapta algunes màquines per poder processar els materials alternatius que compres ha trobat	Es veuen grans muntanyes d'estoc dins de la planta. L'estoc està desequilibrat	Planificació comercial renegocia les dates compromeses amb els clients, i reclama comandes fora de data a producció
El personal de compres busca materials alternatius per engegar els processos més urgents i reclama als proveïdors per telèfon	Qualitat estudia si es poden acceptar els problemes introduïts pels materials alternatius	Algunes línies o processos estan parats per falta de materials	El servei d'assistència tècnica passa bona part del temps atenent queixes per falta de qualitat
Magatzem treballa amb una llista d'urgències cada vegada més gran	Els canvis continuats d'enginyeria generen un estoc d'obsolets cada vegada més gran	Els encarregats busquen materials al magatzem, i discuteixen amb compres i planificació	Els costos de les reparacions en garantia i de les penalitzacions per incompliment de terminis s'han disparat
		Personal estudia la problemàtica social introduïda per les aturades contínues de la fàbrica i la contractació d'hores extres	

fig 1 Gestió per mitjà de la crisi

(1) Dwight D. Eisenhower, general nord-americà i president dels Estats Units d'Amèrica.

passar esdeveniments del tot imprevistos, i cal saber reaccionar amb rapidesa i flexibilitat. Cal planificar, i replanificar tan aviat com allò que havíem previst no surti tal com esperàvem, i fer-ho de pressa, perquè, si no, al ritme que estan canviant les coses, podem perdre la confiança dels clients finals.

La planificació és el factor crític per a una utilització eficient dels recursos. Així mateix, el futur de l'empresa dependrà de la correcta execució d'aquests plans, i sobretot de la revisió corresponent i de l'adaptació constant a fi d'ajustar-se a allò que demana el mercat. Si la velocitat d'ajust dels plans és vital, també ho és poder recollir i transmetre la informació del que està passant en els diferents punts de la cadena als òrgans de decisió.

Per això, els darrers anys, les empreses han apostat fortament pels sistemes integrats de planificació d'empresa —*enterprise resources planning* (ERP)— (2) com a mitjà per assegurar que totes les decisions que es prenen estiguin basades en la mateixa informació, i que així facilitin una coordinació de les seves actuacions amb un fi últim: que l'empresa guanyi diners. Perquè, només si l'empresa guanya diners, se'n podrà derivar una part cap a la recerca i el desenvolupament de solucions (en forma de productes o serveis) a problemes que avui tenen els nostres consumidors i continuar guanyant-nos la seva confiança, cosa que, certament, és l'únic que pot assegurar la nostra supervivència en el futur.

Al començament del capítol ens centrarem en el principi dels sistemes ERP i concretament en l'MRP (*manufacturing resources planning*, 'planificació de recursos de manufactura'). Més endavant revisarem els nous sistemes SCMP (*supply chain management planning*, 'planificació de la gestió de la cadena de subministrament'), concretament els APS (*advanced planning and scheduling*, 'planificació avançada'), que incorporen la major part d'elements que manquen als MRP clàssics, entre els quals la planificació de la demanda, la connexió amb els nostres proveïdors, la programació de la fabricació, l'optimització del transport, etc.

Un únic pla lidera l'execució Sistema formal de planificació i control

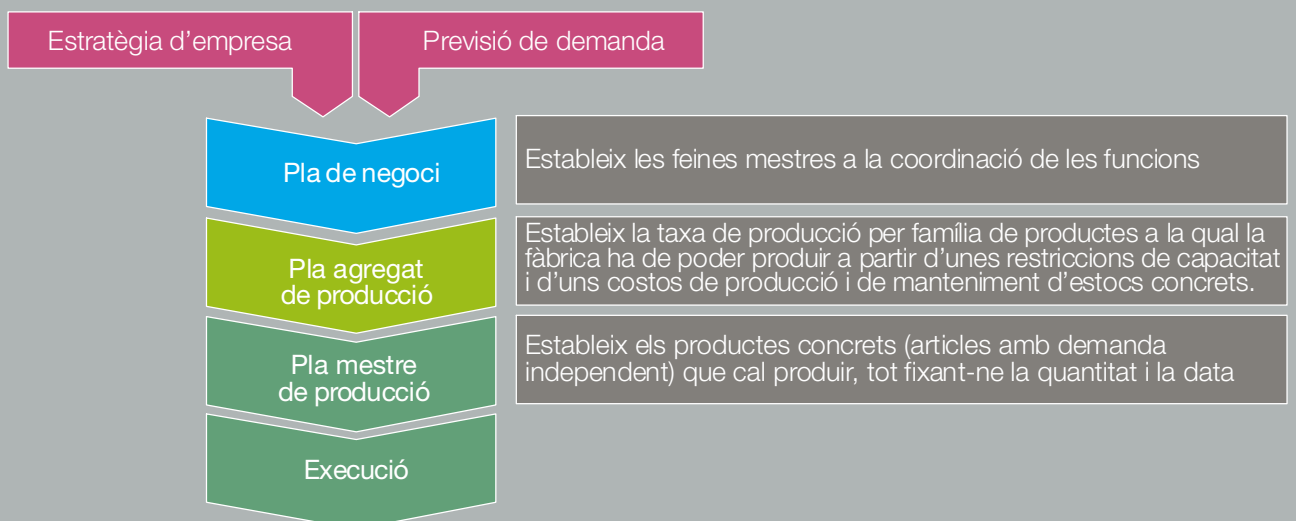


fig 2 Sistema formal de planificació i control

(2) Vegeu *Eines de Gestió de la Cadena de Subministrament*, CIDEM, 2003

5.2 Sistemes per a la gestió de les operacions

Bàsicament hom disposa de dues maneres d'afrontar la gestió d'empresa:

- La gestió per mitjà de la crisi (figura 1) com a fruit de la falta de planificació (*management by crisis*), les conseqüències de la qual es manifesten en nombroses formes segons quin sigui el departament afectat (vegeu l'esquema següent).
- La gestió per mitjà d'un sistema formal de planificació i control (figura 2), en què un únic pla lidera tota l'organització, des de les decisions més estratègiques fins a la seva execució.

A l'esquema anterior (figura 2) podem veure com l'empresa defineix en primer lloc la seva estratègia i quantifica les seves expectatives de negoci en una previsió de demanda. La resta de funcions, i entre aquestes la d'operacions, desenvolupen el seu pla per ajudar que la companyia assoleixi els seus objectius últims. La integració de totes aquestes estratègies funcionals pren forma en el que es coneix com a pla de negoci, en què s'expliciten les línies mestres d'actuació coordinada per a totes les funcions.

Ja dins l'àmbit de les operacions, el primer que cal establir, un cop tenim la previsió de la demanda (que veurem amb detall al final del capítol a la planificació de la cadena de subministrament), és la taxa o velocitat a què caldrà fer funcionar el nostre procés (el que nosaltres hàgim decidit que és el més adequat —projecte, taller, discontinu, repetitiu / línia de muntatge o continu— per al tipus d'entorn que volem afrontar), tal com s'ha vist ja al capítol 1, per tal de cobrir la demanda esperada de manera agregada i assolir els nivells d'estoc desitjats. I tot això tenint en compte unes restriccions de capacitat (que hem fixat nosaltres mateixos en decidir sobre el volum de les nostres plantes i els tipus d'equips i els recursos humans que hi estan implicats) i unes despeses de producció i de manteniment d'estoc determinades.

Es coneix l'*output* (sortida) d'aquest procés com a pla agregat de producció, mitjançant el qual s'avaluen, per línies de productes o famílies que usen recursos similars, les necessitats de producció derivades de les nostres decisions estratègiques i té com a horitzó temporal des dels propers mesos fins d'aquí a dos anys o tres.

L'empresa defineix aleshores la seva estratègia de producció. En aquest sentit, i portades a l'extrem, l'empresa pot optar per dues posicions:

- Estratègia de producció uniforme o anivellada, que parteix de la base que els costos derivats dels canvis introduïts en producció són més elevats que els avantatges d'una producció contínua —un cop determinat un nivell òptim— malgrat que se'n deriven uns estocs pels desajustos que ben segur sorgiran entre la taxa de producció fixada i la demanda del mercat. Es correspon en tècniques de manufactura ajustada (*lean*).
- Estratègia de producció a la caça, que pretén minimitzar, o bé eliminar, els riscos i costos derivats de l'estoc que es produeix quan el rendiment i el consum final no coincideixen. Aquesta estratègia dóna prioritat a la flexibilitat abans que a qualsevol altra consideració i força a una contínua adaptació dels recursos a la demanda, cosa que pot arribar a ser extremadament costosa si les despeses d'aquesta infinita flexibilitat que es pretén no són premiades pel mercat en forma de preus més elevats. Tindria més relació amb el món àgil que hem vist al capítol 4 i en aquest.

Així, doncs, les empreses en general —exceptuant casos molt concrets— optaran per una posició híbrida entre les dues posicions i es decantaran per l'eficiència productiva més que no pas per l'adaptabilitat, o viceversa, d'acord amb les variables competitives que demani el mercat al qual van adreçats els seus productes o serveis. Un cop definida l'estratègia productiva adequada, i

tenint en compte totes les limitacions, obtenim el pla agregat de producció, que ens servirà com a marc de referència per a les planificacions a curt termini de la fabricació així com les decisions d'aprovisionament i de distribució de la cadena de subministrament que hi estan associades.

Però, en la tasca quotidiana, les empreses necessiten una guia més concreta del que cal fer amb referència a la producció de productes acabats (PA). Per saber-ho podem emprar dos mètodes o eines de planificació:

- mètode de punt de comanda
- pla mestre de producció (*master production schedule*, MPS).

Ambdós ens diuen què cal fabricar, en quin moment i en quina quantitat, malgrat que parteixen d'aproximacions diferents.

1. El sistema de punt de comanda (figura 3), amb totes les seves variants (al final el desenvoluparem, quan tractem dels models d'estoc de quantitat fixa de comanda i models de revisió periòdica), basat en una predeterminació *ad hoc* del lot econòmic d'aprovisionament o producció, fonamenta la seva lògica en el fet de dir que, cada vegada que el nivell d'estoc assoleixi un nivell mínim predefinit (model de quantitat fixa) o cada vegada que s'arribi a un moment en el temps predeterminat (model de revisió periòdica), caldrà fer una comanda o una ordre de reposició que, quan ens arribi, ens permeti recuperar el nostre nivell d'estoc de producte acabat. Aquest model parteix de la base que la demanda tindrà un comportament més o menys uniforme durant el període planificat, però, conscients que la realitat no es comportarà així, ens caldrà fixar uns estocs de seguretat (SS) per afrontar les demandes inesperades si no volem córrer el risc de perdre vendes, d'acord amb el nivell de servei al client (NSC) que predeterminem.

El sistema de punt de comanda (I)

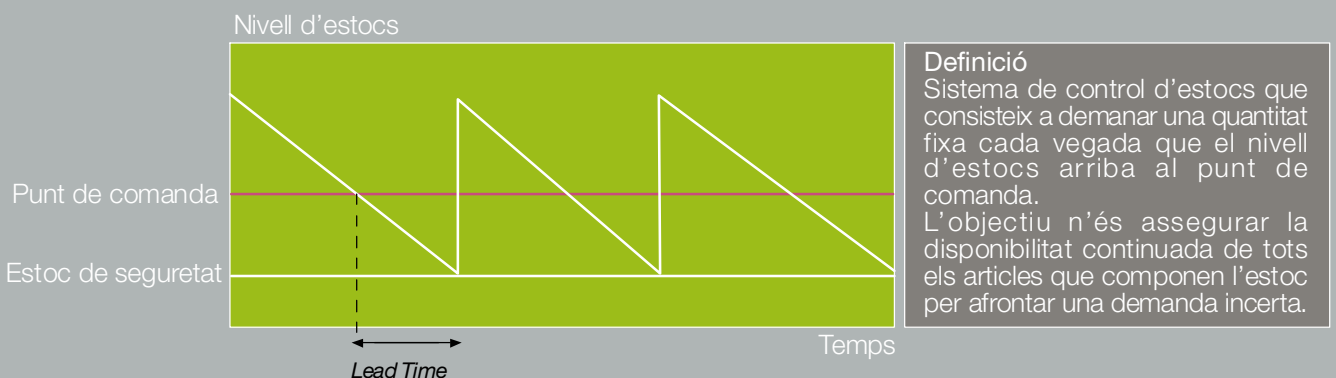
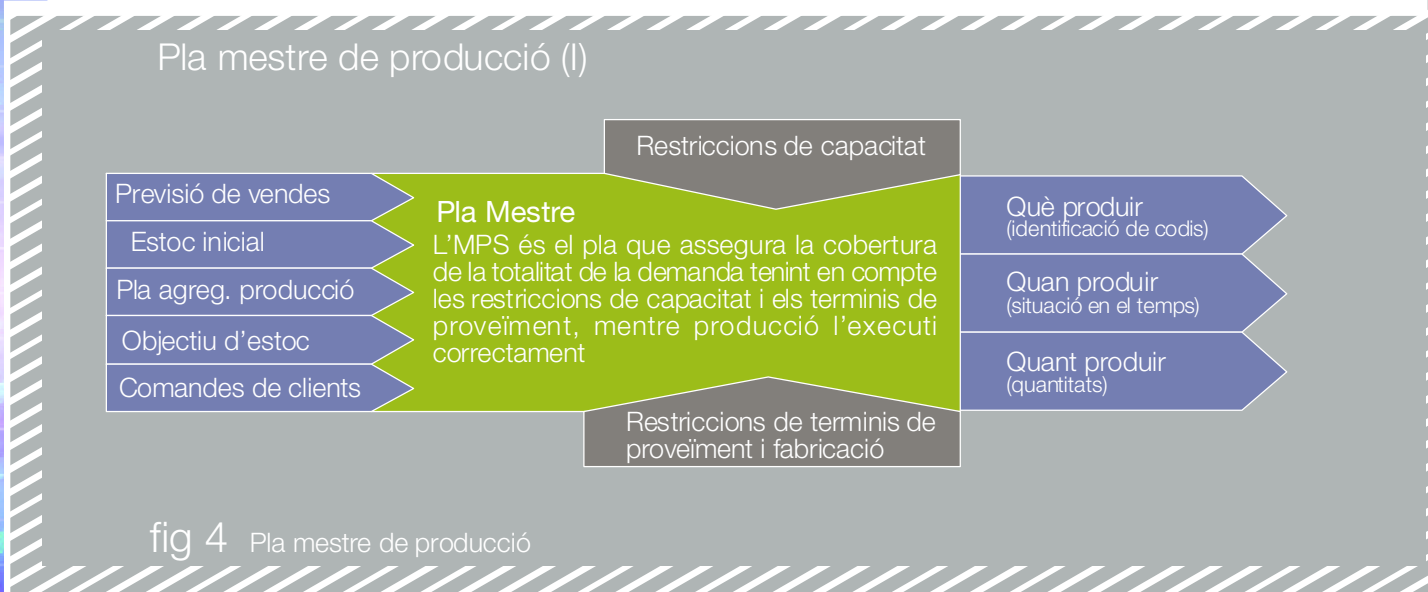


fig 3 Mètode de punt de comanda

Un altre paràmetre clau en la definició d'aquest SS serà la nostra capacitat de resposta davant de l'imprevist, el nostre temps de reacció (*lead time*). Com més llarg sigui, més ens costa recompondre'ns i per tant més gran ha de ser l'estoc de seguretat associat.

2. El pla mestre de producció de la figura 4 (peça fonamental en un sistema de planificació de necessitats de materials MRP) és un model de determinació del que cal fer anticipatiu, a diferència del model anterior, que és reactiu.

Tal com mostra l'esquema adjunt, el pla mestre de producció (MPS, *master plan schedule*) és un mètode que assegura la cobertura de la demanda que es preveu que es donarà en un futur (horitzó de planificació), un cop s'han tingut en compte les restriccions de capacitat i els temps necessaris per dur a terme totes les activitats que es fan necessàries per poder lliurar un producte acabat. Així doncs, aquest sistema té en compte no únicament l'operació darrera d'acoblament final, sinó totes les operacions anteriors de transformació i aprovisionament. És per això que aquest pla mestre de producció no té sentit exclòs d'un sistema de planificació més ampli com és l'MRP-II (planificació de recursos de fabricació), més conegut com a ERP (*enterprise resource planning*, 'planificació de recursos de l'empresa').



5.3 Sistema MRP-II de planificació i control

Tal com mostra la figura 5 adjuntada (3), el sistema MRP-II de planificació (*manufacturing resources planning*, 'planificació de recursos de fabricació') permet d'una manera lògica traduir els plans a llarg termini —representats en l'esquema pel pla de vendes i operacions (SOP), que també ampliarem al final del capítol, a la planificació de la cadena de subministrament— en ordres de producció i compra que serviran per a dirigir l'execució.

La lògica de càlcul de l'MRP determina, a partir de l'MPS (que fixa les quantitats a produir de producte acabat a partir de la previsió de la demanda), les necessitats de materials i components intermedis a produir o comprar, d'acord amb la forma predefinida que tenim del producte —aspecte aquest que recull la llista de materials (*bill of materials*, BOM), figura 6, que ens indica quines parts fan falta i en quines quantitats per fabricar un producte i també la forma d'acoblar-lo— i els nivells d'estoc que d'aquestes parts tinguem en el moment de fer l'anàlisi.

Simplement per diferència entre el que necessitem (ens ho diu l'explosió de la llista de materials, BOM, a partir de les quantitats finals a produir que ens dicta l'MPS) i el que tenim disponible actualment (ens ho diuen els registres d'inventari), arribem a determinar què cal comprar o produir. Només ens queda aleshores tenir en compte el temps que necessitem per aprovisionar-nos i produir, per a determinar en quin moment cal passar les ordres de producció a la nostra planta i quan les ordres de compra als nostres proveïdors. Així doncs, l'MRP ens donarà la seqüència d'ordres de producció i compra i la seva quantitat, amb l'objectiu que els materials i components arribin en el moment que ens calen.

(3) Tomas E. Vollmann et al. (1997): "Manufacturing Planning and Control Systems". McGraw-Hill. (APICS).

Sistema MRP-II de Planificació

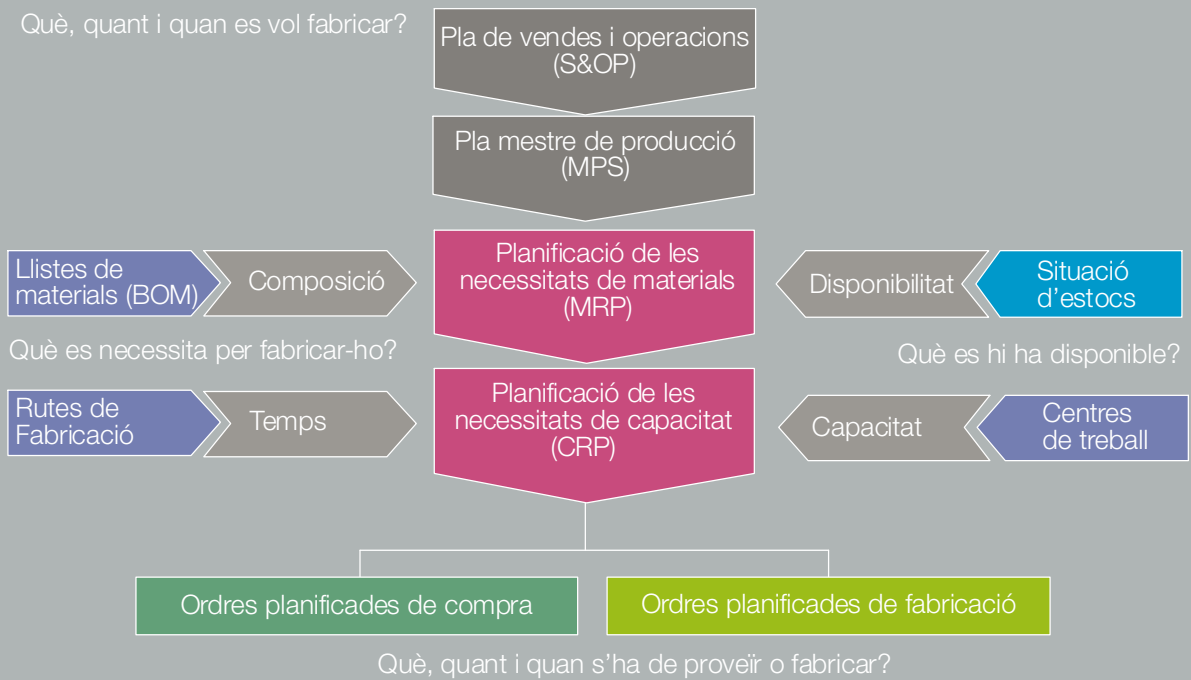


fig 5 Sistema MRP-II

Exemple de BOM o estructura de producte

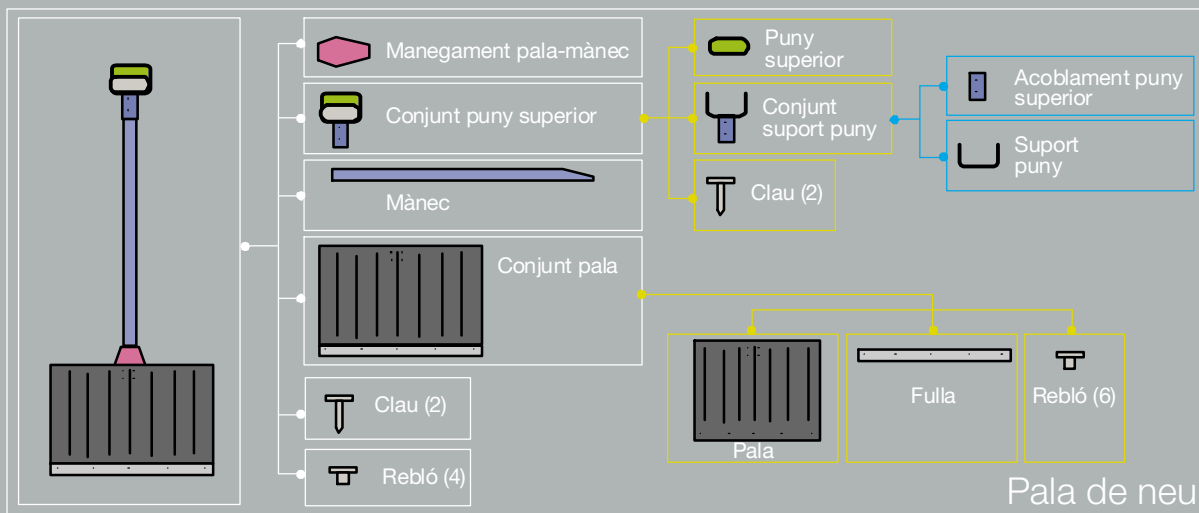


fig 6 Estructura de producte (BOM)

Malgrat tot, això no és suficient per a poder considerar acabada la feina de la planificació. Just abans de llançar les ordres de producció a planta i les comandes als nostres proveïdors, caldrà verificar que disposem i disposarem dels recursos necessaris (d'altres distints dels materials) per poder processar tot el que l'MRP ens diu que haurem de fer. Entrem en l'etapa de validació de

la capacitat, en la qual el que es pretén és verificar que disposem de tots aquells recursos (persones i equips) necessaris per executar el pla i projectar-ne l'ús al llarg de l'horitzó de planificació.

La planificació de la capacitat té com a fi verificar que les ordres de fabricació que es deriven del pla MRP són factibles d'acord amb el que en aquest sentit té disponible l'empresa. Si el resultat d'aquesta anàlisi no és positiu —vol dir que no disposem de suficient capacitat per executar el pla segons ens suggereix l'MRP—, caldrà trobar una solució per tirar el pla endavant (ampliació de la capacitat per la via d'hores extres, utilització de rutes de fabricació alternatives —si és que aquestes existissin—, augments puntuals de productivitat, canvi de les prioritats de seqüenciació de les ordres en determinats centres de treball, externalització de tasques, etc.), cosa que fa dir, arribats a aquest punt, que l'MRP no aporta solucions a aquests problemes i que caldrà que les persones responsables del procés prenguin decisions seguint criteris de negoci que difícilment poden parametritzar-se en el sistema. En aquest sentit, direm que l'MRP no és un model d'optimització (ni l'MRP-II), tot i incloure tècniques de programació de tasques.

Dins de l'esquema presentat, la validació de la capacitat és a càrrec del mòdul CRP (*capacity requirements planning*, 'planificació de necessitats de capacitat'), el qual, a partir de la informació d'ordres de treball que genera l'MRP, les tradueix a hores de consum de recursos a cadascuna de les estacions per les quals una ordre de treball ha de passar i les compara amb la capacitat disponible actual i futura en cadascuna d'aquestes estacions.

Aquesta part del procés és crítica per poder assegurar que el pla es pot dur a terme i que per tant els compromisos que estem adoptant a tots nivells, però especialment pel que fa a l'MPS, es podran complir.

Com que els programes MRP estàndard no estan dissenyats per poder trobar l'assignació òptima de treballs per estacions, s'han desenvolupat eines d'optimització que fan servir sofisticats models matemàtics (els anomenats seqüenciadors de la producció, que també formen part dels sistemes de planificació SCM de la cadena de subministrament) per optimitzar el flux de les operacions en planta. Malgrat tot, l'última paraula la té la persona que l'ha d'executar, la qual, basant-se en la seva experiència, pren les últimes decisions respecte a això.

Per tancar aquest apartat, podem resumir que qualsevol sistema de planificació i control d'operacions ha de donar resposta a les quatre preguntes següents (figura 7):

Les quatre preguntes bàsiques que tot sistema formal de planificació i control ha de contestar

- | | |
|---|---|
| 1 | Què, quant i quan es vol fabricar?, pel que fa a productes acabats |
| 2 | Què es necessita per a fabricar-ho?, pel que fa a components i rutes |
| 3 | Què hi ha disponible?, pel que fa a materials i recursos |
| 4 | Què, quant i quan cal proveir o fabricar?, pel que fa a matèries primeres, subconjunts i conjunts |

fig 7 Les quatre preguntes de la planificació

Doncs bé: en un sistema MRP la resposta a la primera pregunta ens la dóna l'MPS (*master production schedule*), el pla mestre de producció; la resposta a la segona, la llista de materials, BOM (*bill of materials*); a la tercera, els registres d'inventari, i la quarta pregunta ens la contesta la lògica de planificació MRP.

Passarem tot seguit a veure un exemple senzill de planificació.

5.4 Exemple de lògica de càlcul MRP

Considerem articles amb demanda independent aquells la demanda dels quals es deriva de les decisions de compra que prenen els clients. Tenen demanda independent tots els productes acabats que apareixen referenciats en un catàleg de venda. Els articles amb demanda dependent són aquells la demanda dels quals es deriva del muntatge d'un producte acabat. El seu consum es deriva del consum d'altres components de nivell superior en la BOM, el consum dels quals deriva alhora del pla de producció del producte acabat.

Els articles amb demanda independent els planificarem fent ús de l'MPS i els articles amb demanda dependent, fent ús de l'MRP. Vegem un exemple de planificació d'un article, l'A-1000, amb demanda independent:

Article: A-1000

	0	1	2	3	4	5	6
TL x 25 Previsió de vendes		10	5	30	30	10	35
LT = 2 Comandes en ferm		5	2				
S = 20 Disponible previst	20						
SS = 5 Quantitat MPS							
N = 0 Llançament d'ordre d'acoblament							

A la casella de l'esquerra trobem reflectides les regles de joc, que són

- Mida del lot (TL, quantitat a produir, cada vegada que és fa necessari produir). En aquest cas ens veiem forçats a fer-ho en lots múltiples de 25 unitats (X25) però podríem haver de fer front a lots mínims, màxims, sense restricció de la mida (lot = 1) o combinacions dels anteriors. La decisió sobre la mida del lot és una de les decisions més transcendents ja que ens determinarà entre d'altres coses els nivells d'estoc que ens veurem obligats a mantenir, per sobre de les necessitats reals que puguem tenir.
- LT és la sigla de temps de resposta (*lead time*), temps necessari per dur a terme l'operació que estem planificant, en aquest cas, l'acoblament final del producte A-1000. El temps de resposta és una mesura de la nostra flexibilitat, ja que ens indica el temps que necessitem per fer les coses; com més gran sigui aquest LT, més triguem a reaccionar.
- S és el nivell d'estoc en el moment inicial, mesurat en nombre d'unitats.
- SS és l'estoc de seguretat o nivell d'estoc que voldríem tenir en cada moment en el nostre magatzem. En general aquest SS és una referència a un nombre de dies respecte a la demanda esperada futura, però per simplificar l'exemple el fixarem en un nombre predefinit d'unitats.

La previsió de vendes i comandes en ferm configura l'expectativa de la demanda a cobrir. Si assumim que les comandes en cartera (en ferm) són la confirmació anticipada d'unes expectatives de venda que recull la previsió, caldria esperar que, si la previsió fos del tot encertada al final de cada període planificat, comandes reals i previsions coincidissin. Com això rarament succeeix, hem de preguntar sempre al departament comercial si aquestes comandes en ferm pertanyen a clients la demanda dels quals ja esperàvem i per tant quedava recollida en la previsió o no. Del que respongui es derivarà que nosaltres, com a planificadors, les tinguem o no en compte més enllà de les previsions, per determinar la demanda esperada.

La línia disponible previst recull la projecció d'estoc d'acord amb el nostre pla de producció (quantitat MPS) un cop descomptades les expectatives de venda.

Finalment, la darrera línia recull el moment en què cal iniciar l'operació d'acoblament final i la quantitat d'aquesta d'acord amb l'LT de l'operació i la política de mida del lot.

$N = 0$ vol dir que és un article inicial de la llista de materials (BOM).

Tenint en compte totes les restriccions arribem al resultat següent:

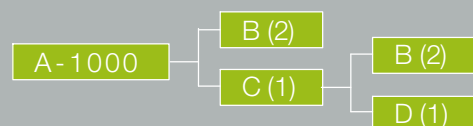
Article: A-1000

	0	1	2	3	4	5	6
TL x 25 Previsió de vendes		10	5	30	30	10	35
LT = 2 Comandes en ferm		5	2				
S = 20 Disponible previst	20	10	5	25	20	10	25
SS = 5 Quantitat MPS				50	25		50
N = 0 Llançament d'ordre d'acoblament		50	25		50		

Les comandes en ferm estan incloses a la previsió de vendes i el disponible previst porta l'estoc de seguretat, que hauré d'anar sumant i restant.

Un cop planificat el producte amb demanda independent ja podem planificar tots aquells materials que en formen part i que estan recollits en la BOM.

Assumint que la llista de materials (BOM) és tan senzilla com la que es presenta en la figura següent:



on les quantitats entre parèntesis indiquen la quantitat d'aquell component que es fa necessari per fer una unitat del nivell superior. Així, doncs, per exemple, ens calen dues unitats de B per fer una unitat del conjunt C i dues més per fer l'acoblament final d'A-1000. En total, quatre B per cada producte final.

Els articles B i D són de compra, mentre que el C és un conjunt que elaborem internament a partir de l'acoblament de dos B i un D. Tots, B, C i D, són articles amb demanda dependent, ja que el seu consum previst es deriva del pla de producció de l'A-1000, pla al qual hem arribat abans mitjançant la planificació MPS. D'acord amb tot això i tenint en compte les regles de joc de les planificacions pròpies a cada un dels articles que componen el producte, el pas següent és l'aplicació de la lògica MRP tal com reflecteix el quadre adjunt.

Article: A-1000

	0	1	2	3	4	5	6
TL x 25 Previsió de vendes		10	5	30	30	10	35
LT = 2 Comandes en ferm		5	2				
S = 20 Disponible previst	20	10	5	25	20	10	25
SS = 5 Quantitat MPS				50	25		50
N = 0 Llançament d'ordre d'acoblament		50	25		50		

Article: C

	0	1	2	3	4	5	6
TL = 1 Necessitats brutes		50	25		50		
LT = 1 Recepcions programades		50					
S = 5 Disponible previst	3	3	5	5	5	5	5
SS = 5 Necessitats netes			27		50		
R = 2 Recepció d'ordres de planificació			27		50		
N = 1 Llançament d'ordres planificació		27		50			

Article: B

	0	1	2	3	4	5	6
TL = 150 Necessitats brutes		154	50	100	100		
LT = 2 Recepcions programades		150	150				
S = 9 Disponible previst	9	5	105	5	55	55	55
SS = 0 Necessitats netes					95		
R = 0 Recepció d'ordres de planificació					150		
N = 2 Llançament d'ordres planificació			150				

Article: D

	0	1	2	3	4	5	6
TL = min 10 Necessitats brutes		27		50			
LT = 1 Recepcions programades		15					
S = 20 Disponible previst	20	8	8	5	5	5	5
SS = 5 Necessitats netes				47			
R = 0 Recepció d'ordres de planificació				47			
N = 2 Llançament d'ordres planificació			47				

Com abans, en la casella de l'esquerra trobem TL = mida del lot. Pel que fa a les referències de compra B i D, ens les fixa el proveïdor de la peça, després d'haver negociat amb ell aquesta i d'altres condicions amb les quals parametritzarem el sistema. LT = *lead time* d'aprovisionament pel que fa a les referències B i D i de fabricació pel que fa a C. S i SS són els estocs a magatzem en el moment actual i els nivells desitjats d'estocs que cal perseguir (estoc de seguretat). Finalment, la R fa referència a material reservat. Una causa de reserva, per exemple, podria ser que el departament de qualitat volgués fer un test de qualitat sobre alguna d'aquestes peces. Si no s'especifica la data en la qual aquestes peces seran retirades per a aquest ús extraordinari, les descomptem de l'estoc actual a l'efecte de la planificació tal com mostra l'exemple per a la peça C.

Finalment, la N ens està indicant el nivell més baix dins de l'estructura de materials en què trobem aquesta peça. Aquest paràmetre està indicant al processador MRP a quin nivell ha d'esperar a planificar-la, a fi i efecte de minimitzar el nombre de càlculs de planificació.

Un cop feta la planificació MRP, ja estem en disposició de passar un pla de comandes als proveïdors de les peces B i D per 150 i 47 unitats. Ambdues caldria que s'iniciessin en el període 2 a casa del proveïdor per ser rebudes el període 3 pel que fa a la peça D i el 4 pel que fa a la B.

Tanmateix, gràcies a aquest exercici de planificació, sabem que el centre de treball responsable de la producció de C haurà d'iniciar el seu treball en els períodes 1 i 3. També veiem que en el període 1 haurà d'entregar 50 unitats que, d'acord amb l'LT, estan actualment (període 0) en curs i que està programat que s'acabin durant el primer període. Finalment, les operacions d'acoblament final de l'A-1000 s'iniciaran en els períodes 1, 2 i 4 per satisfer així les previsions de venda d'acord amb els LT i les restriccions de mida del lot que s'indiquen.

Òbviament, la planificació ens permet anar molt més tranquils pel fet que veiem amb anticipació el que ens cal fer i això fa que puguem cercar els recursos necessaris per a la seva execució, i evitar tant excessos com mancances.

Cal dir que el resultat de l'MRP no deixa de ser una projecció del que passarà basada en uns temps prefixats de producció i aprovisionament. Si aquests finalment no s'acompleixen, allò que teníem previst que passés no passarà i ens obligarà a replanificar-ho.

5.5 Planificació de la cadena de subministrament

Una vegada examinats amb detall els elements més importants del pla mestre i MRP, passarem a comentar la planificació de la cadena de subministrament, tot incorporant temes de planificació de la demanda, fent una introducció als models principals de gestió d'estocs amb demanda independent i dependent, introduint l'execució i control de la producció i el lligam entre els diferents processos de producció amb la llista de materials (BOM), el punt de penetració de la comanda i el pla mestre, així com també introduint el concepte de gestió de transport. Acabarem veient les diferents estructures de planificació per cada un dels sistemes de producció que hem introduït al capítol primer d'aquest llibre i els nous elements dels sistemes de planificació de la cadena de subministrament que ens ajudaran a millorar els sistemes MRP.

5.5.1 Requisits

La sang vital de la planificació i el control de les operacions i de la seva cadena de subministrament és la informació acurada i actualitzada dels processos i activitats de la cadena. Aquesta informació ha de ser la mínima indispensable per poder identificar necessitats dins la cadena i fer servir les tècniques de planificació i control sense entorpir les funcions principals de l'empresa (vendre,

comprar, produir, oferir serveis). Entre aquesta informació són clau certs valors i paràmetres que ens ajuden a entendre el que vol el client i com funciona la cadena de subministrament: la demanda, la programació de la fàbrica, el transport de producte acabat... Però també hi ha informació clau que està més enllà de les pròpies fronteres de l'empresa com pot ser la informació sobre els nostres proveïdors o operadors logístics i distribuïdors. Per aquestes raons, són requisits dels sistemes de planificació i control, les eines de recollida, processament i accés a la informació de la cadena de subministrament. Aquestes eines es suporten en tecnologies de la informació, i tant més important és el seu ús com més extensa és la cadena de subministrament i se'n vol tenir una visió global. L'objectiu és obtenir-ne òptims globals de funcionament, a diferència de la visió clàssica d'optimització empresa a empresa o departament a departament. Dins l'àmbit de planificació l'ús de tecnologies de la informació va dirigit als nivells mitjà i alt de direcció de l'empresa. A la figura 8 veiem els fluxos més importants d'una cadena de subministrament.

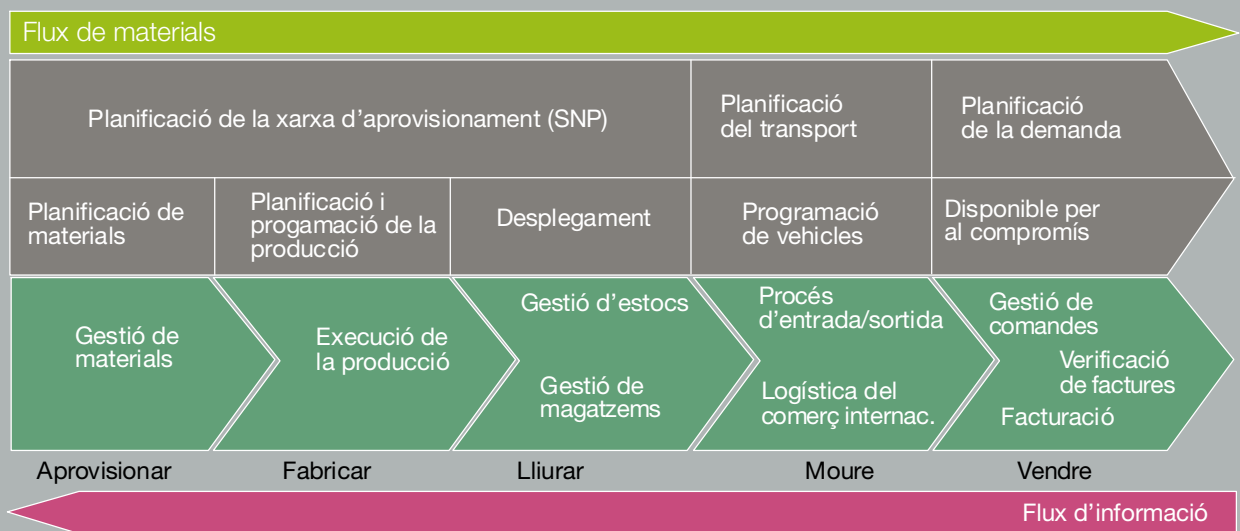


fig 8 Flux de material i informació a la cadena de subministrament

5.5.2 Tipus de planificació i mètodes

La majoria d'empreses produeixen i/o venen nombrosos productes per servir a nombrosos segments de clients. Aquesta combinatòria influeix en el tipus de planificació a fer servir. Un altre factor és el cicle de maduresa del producte/servei, que té implicacions en el perfil d'incertesa de la demanda. Finalment, cal comentar que també és clau conèixer dins els processos de la cadena quins pertanyen a la fase d'empenta (*push*) o a la fase d'estirar (*pull*) de la demanda tal com hem vist als capítols 3 i 4. Els sistemes d'empenta (*push*) a la demanda necessiten generalment la informació en el format d'un pla de necessitats de materials, a partir del pla mestre de producció, on s'especifiquen els lliuraments futurs de proveïdors identificant els tipus de components, la quantitat i les dates de lliurament. D'altra banda, els sistemes que estiren a partir de la demanda (*pull*) necessiten transmetre la informació en temps real al llarg de la cadena i prendre les decisions de producció i distribució que s'ajustin a la demanda real. En els processos *push* s'ha de planificar el nivell de producció mentre que en els processos *pull* s'ha de planificar el nivell de capacitat que ha d'estar disponible. Aquests i altres factors són determinants per escollir les tècniques de planificació i control que donin suport a l'estratègia de balanç entre eficiència i capacitat de resposta en el disseny de la cadena de subministrament.

El flux de la planificació, figura 9, una mica més ampliat del que ja hem vist a la figura 5, de l'MRP-II, es pot veure sia com un procés jeràrquic de decisions a través dels diferents nivells de direcció, sia com un procés horitzontal d'intercanvi d'informació i decisions entre les diferents àrees funcionals de la cadena (aprovisionament, magatzems, producció, distribució...).

El cicle jeràrquic de la planificació d'operacions

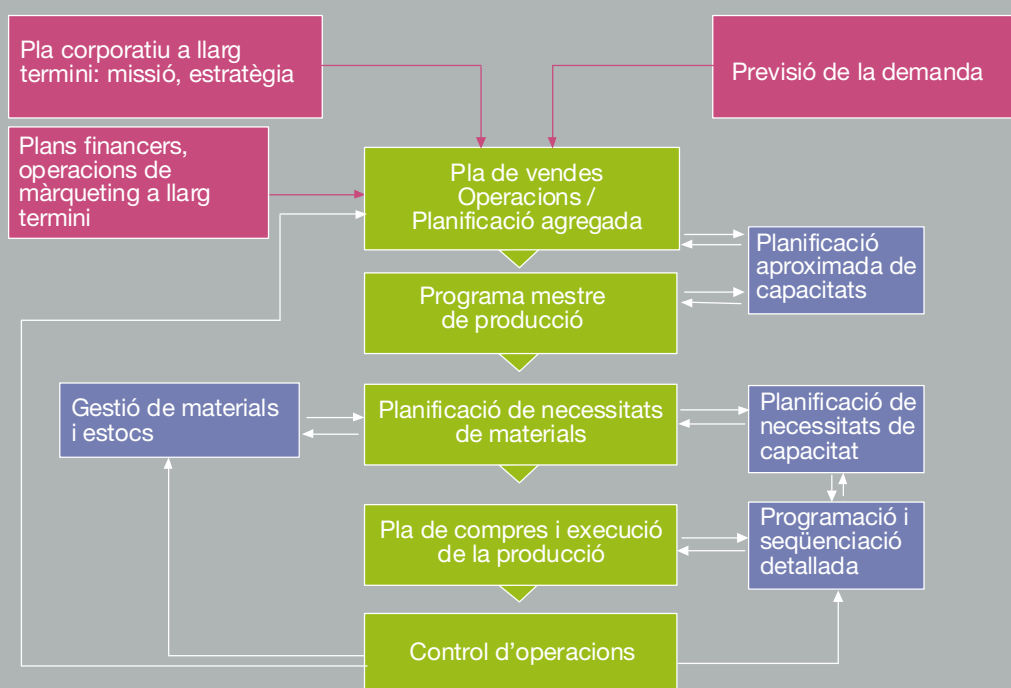


fig 9 Cicle jeràrquic de planificació

5.5.3 Previsions de la demanda

Les previsions són la base de qualsevol decisió de planificació. Són, a la vegada, un art i una tècnica per realitzar projeccions sobre què succeirà amb les necessitats futures del mercat i en quines condicions es comportarà. La previsió de la demanda pot incloure tant compromisos fermes per part dels clients com l'ús de mètodes qualitius o estadístics per predir necessitats futures. Aquesta última part fa que les previsions mai siguin completament correctes sinó que tenen un cert error. Aquest error és més gran com més llarg sigui l'horitzó triat per a la planificació. Per reduir aquests errors es recomana fer servir previsions agregades que, d'alguna forma, minimitzen l'error comparant resultats de diferents fonts o mètodes.

Per realitzar un procés de previsió com més correcte millor és indispensable identificar primer aquells factors que poden influenciar la demanda futura i establir la relació entre els factors en qüestió i aquesta demanda. Entre aquests factors, l'empresa ha de tenir en compte i equilibrar factors quantitius i qualitius. D'altra banda, és important determinar l'horitzó de la previsió, és a dir, el període futur a predir. Aquest període està determinat pel temps de resposta de la mateixa cadena de subministrament. Per exemple, si una empresa vol determinar la quantitat d'un producte a sol·licitar, s'ha de saber el que tarda la cadena a respondre a una petició d'aquest tipus. Si la cadena tarda tres mesos a respondre, la previsió s'haurà de fer tres mesos abans que es necessiti el producte.

Mètodes de previsió

Tipus	Mètode	Descripció
Qualitatiu	Projecció fonamental o de la força de vendes	Es recopila informació d'aquells que estan més a prop del mercat (per exemple, els venedors) i es realitza una previsió amb aquesta informació.
	Estudi de mercat o expectatives dels consumidors	Es recopilen dades mitjançant diferents mètodes (enquestes...) per provar una hipòtesi sobre el mercat. S'utilitza habitualment per projectar vendes de nous productes i de llarg horitzó.
	Consens de grup o jurat d'executius	Es produeix un debat entre participants (habitualment executius) per trobar un punt d'acord sobre les projeccions.
	Analogia històrica	El producte que es vol projectar es lliga a les dades històriques d'un article similar.
	Mètode Delphi	Un grup d'experts dins la companyia respon a un qüestionari i, mitjançant un moderador, es realitzen diferents iteracions amb qüestionaris amb més informació cada vegada.
Sèries temporals	Mitjanes simples	A partir de les dades d'un conjunt de períodes es calcula el valor mitjà per obtenir la projecció. Tots els valors històrics tenen la mateixa influència.
	Mitjanes ponderades	En funció de l'experiència passada o alguna informació, els valors històrics tenen diferent pes a l'hora de fer la mitjana.
	Ajust exponencial	Amb aquesta tècnica estadística, els valors recents tenen més importància que els antics.
	Regressió	Per mètodes estadístics s'ajusta una recta al conjunt de valors històrics en funció del temps. D'aquesta forma, la recta pot donar una indicació dels valors per a períodes futurs.
	Ajust exponencial amb correccions de tendència i/o estacionalitat	A part de l'ajust exponencial, s'afegeixen factors de tendència i/o estacionalitat. Aquests factors es poden calcular per prova i error amb les dades històriques o amb sistemes informàtics que utilitzen sofisticades tècniques matemàtiques.
Causal	Regressió amb nombroses variables / correlació	Tenint en compte la regressió d'altres variables relacionades amb el valor principal (per exemple, l'IPC) s'ajusta la recta de regressió.
	Models de consum-producte	La previsió de vendes es realitza per la relació amb la indústria client, analitzant les seves tendències.
	Indicadors anticipats	S'utilitzen les sèries estadístiques d'altres productes que es mouen en la mateixa direcció però amb certa antelació (e. g., l'interès hipotecari respecte a la venda d'habitatges).
Simulació		Es combinen mètodes qualitatius i causals per realitzar simulacions del tipus <i>què passaria si</i> .
Consens	CPFR: Previsions col·laboratives	S'estableix una política d'intercanvi de previsions entre distribuïdor i fabricant segons diferents mètodes de previsió i es defineix una previsió consensuada.

fig 10 Mètodes de previsió de la demanda

Qualsevol demanda observada (sèrie històrica) es pot descompondre en dos grans components: el component sistemàtic i el component aleatori. El component sistemàtic consisteix en la demanda actual, la tendència (velocitat de creixement o decreixement en la demanda) i l'estacionalitat (fluctuacions predictibles en la demanda). En canvi, el component aleatori és molt difícil o no es pot predir. És el que anomenaríem l'error de la previsió. Per tant, els mètodes de previsió només s'han de centrar a determinar la part sistemàtica de la previsió.

El Grup Codorníu és una empresa vinícola familiar que es remunta al segle XVI. L'any 1872, va introduir el cava a Espanya seguint el mètode tradicional i al cap de pocs anys va començar a exportar a l'Argentina i a Cuba.

Actualment, el Grup Codorníu és un dels principals elaboradors de cava i vins de qualitat a Espanya. El formen onze bodegues, situades en prestigioses zones vitícoles, tant espanyoles (Penedès, La Rioja, Costers del Segre, Ribera del Duero, Priorat i Conca de Barberà) com estrangeres (Napa Valley, als Estats Units, i Mendoza, a l'Argentina). Addicionalment, el Grup distribueix a Espanya productes reconeguts internacionalment, com ara els vins d'E&J Gallo, Campari, Cinzano i diverses marques de prestigi de whisky escocès.

*Pel que fa a l'organització, Codorníu era conscient que adaptar l'empresa integrant-hi la cadena de subministrament comportava l'adequació dels departaments implicats. No n'hi havia prou d'utilitzar una eina de planificació avançada, i es va decidir potenciar l'òrgan responsable de la **previsió de la demanda**: el Comitè de la Demanda. Aquest comitè, format pels responsables de Màrqueting, Producció i Compres, hi va incorporar una nova figura, **el gestor de la demanda**, encarregat de coordinar tot el procés.*

Per al Grup Codorníu, la millora de la cadena de subministrament és un aspecte clau per a l'excel·lència del servei sense incrementar els costos. Per això, es va fixar com a objectiu incrementar el nivell d'integració de tota la cadena de subministrament, fet que havia de ser el punt de partida per a l'optimització dels costos logístics i que alhora millorava el servei al canal i, de manera indirecta, als consumidors.

La previsió de la demanda s'utilitza com a base per planificar:

- a curt termini, el procés d'embotellament;
- a mitjà termini, la destinació de la collita i l'aprovisionament en les diferents varietats de producte de Codorníu, i,
- a llarg termini, els plans de producció de raïm.

En la planificació és vital que cada agent que intervé en la cadena de subministrament disposi d'una sola font d'informació. Tots els implicats han de poder accedir immediatament a qualsevol canvi en la previsió. Així s'agilita la resposta de la cadena de subministrament, davant de canvis de la demanda a curt termini.

5.5.4 Planificació agregada

La planificació agregada, tal com hem vist abans, també es coneix com a planificació d'operació i vendes i transforma la informació resultat de les previsions en un pla d'activitats necessàries per cobrir la demanda projectada. En aquest procés es poden determinar els nivells aproximats de capacitat necessària, de producció, estocs, subcontractació i, fins i tot, de ruptures previstes d'estocs per a un determinat horitzó temporal i tenint com a objectiu final maximitzar la rendibilitat. Com diu el seu propi nom, aquesta etapa de la planificació té en compte el nivell agregat (famílies de productes, grups...) més que el detall de cada referència o article. Els principals objectius de la planificació agregada són:

- Calcular la taxa de producció o nombre d'unitats produïdes per unitat de temps (p. e., per setmana o mes)
- Calcular el nombre de treballadors, màquines i/o unitats de capacitat necessaris per a la producció.
- La quantitat de treball extra necessari i/o la subcontractació necessària.

- La demanda que no podrà ser satisfeta en el període previst però que serà produïda en períodes futurs (*backlog*)
- Estoc disponible al llarg dels diferents períodes.

Aquest pla agregat és resultat del consens de les diferents àrees funcionals implicades (comercial, aprovisionament, producció, distribució...) i el seu resultat serveix per definir el marc a on s'hauran d'ajustar les planificacions a curt termini i les decisions d'aprovisionament i distribució associades. Habitualment, aquest pla agregat o d'operacions abasta un horitzó de tres a divuit mesos, en funció de les revisions fixades en el consell de direcció de l'empresa.

Per generar aquest pla agregat és necessària la informació següent:

- La previsió de la demanda per al període en el qual es vol determinar el pla agregat
- El temps de personal i/o màquina necessari per unitat de producte/servei
- El cost de manteniment de l'estoc i els costos de ruptura d'estoc
- Els costos de producció (per hora treballada, per hora extraordinària, de subcontractació, de contractació/acomiadament de personal, de màquina).

5.5.5 La gestió d'estocs

En totes les fases de planificació i control, la gestió d'estocs és clau per assolir tant objectius econòmics com de servei en la direcció d'operacions. Aquesta gestió mesura el nivell d'existències de qualsevol article o recurs fet servir per l'organització, determina quins nivells se n'han de mantenir i estableix en quin moment i en quina quantitat s'han de reaprovisionar. Dins la gestió d'estocs hi ha certs conceptes clau que defineixen el tipus de gestió i l'estat del nostre estoc:

- La dimensió del lot: aquella quantitat d'un producte que una etapa de la cadena de subministrament produeix o compra en un moment determinat.
- Els costos de manteniment, preparació i comanda: inclou els costos de les instal·lacions d'emmagatzematge, la depreciació, les assegurances, les taxes, el temps fet servir per preparar i enviar les comandes, els administratius...
- La posició de l'estoc: unitats disponibles més unitats sol·licitades i pendents de lliurament.
- El punt o el nivell de comanda: aquell nivell predeterminat d'estoc en què es necessari emetre una nova comanda de reaprovisionament.
- Estoc cíclic: estoc mitjà que es forma a la cadena de subministrament perquè en una etapa es produeix o adquireix en lots més grans dels demanats pel client.

Des de el punt de vista de la planificació tal com ja hem vist al començament d'aquest capítol, la gestió de la demanda dependent (MRP) és una qüestió purament de càlcul, ja que les necessitats d'un component o article es calculen a partir de les necessitats del producte final del qual depenen. D'altra banda, la planificació de l'aprovisionament en la demanda independent ha de partir de les dades de planificació o previsió de la demanda de l'article a planificar. Aquesta diferenciació ens determina quin tipus d'informació prèvia hem de fer servir per gestionar els estocs, siguin de producte acabat o de conjunts i referències de compres.

5.5.5.1 Models d'estoc per la demanda independent

Hi ha una altra diferenciació dels sistemes de gestió d'estoc que els divideix en models de quantitat fixa de la comanda i models de període fix de temps (figura 11). Aquesta classificació determina el punt de comanda o reaprovisionament de l'estoc, ja que en el primer cas aquest punt és definit per un esdeveniment (assolir un nivell específic d'estoc) i en el segon cas és definit per un moment en el temps predefinit.

Aquest dos models tenen implicacions des del punt de vista del control dels estocs. En el primer model s'han de tenir actualitzats en temps real els nivells d'estocs per detectar, sense endarreriments, el nivell en el qual s'ha de llançar la nova comanda. El segon model no té tantes exigències de control d'estocs ja que només es revisen cada cert temps, que és quan es determina si s'ha d'emetre una nova comanda. En el fons, estem veient que hi ha una diferenciació econòmica entre els dos models: en el model de quantitat fixa hi ha més costos de manteniment (tenir actualitzat l'estoc), mentre que en el de període fix hi ha una clara tendència a acumular un nivell d'estoc més alt en actualitzar la informació. Sota aquesta visió, els models de quantitat fixa s'apliquen als materials més costosos i/o crítics.

Criteri	Model de quantitat fixa	Model de periodificació de temps
Quantitat de la comanda	Constant	Variable
Quan s'emet la comanda	Quan s'assoleix un nivell d'estoc	Quan arriba el període de revisió
Registre d'informació	Cada vegada que hi ha una entrada o sortida de mercaderies	Només en el període de revisió
Nivell mitjà d'estoc	Menor que en el model de temps fix	Més gran que en el model de quantitat fixa
Esforç de manteniment	Més gran, ja que s'ha de mantenir actualitzat en temps real el nivell d'estoc	Petit

fig 11 Models d'estocs

5.5.5.1.1 Models de quantitat fixa de comanda

Aquests models volen determinar l'esdeveniment que donarà el tret de sortida d'una comanda i la dimensió d'aquesta. Cada vegada que s'emet una comanda existeixen un conjunt de costos associats (creació i recepció de la comanda, transport...) que s'han de tenir en compte per trobar la solució òptima de dimensió. Aquests costos tenen diferents comportaments en funció de la mida del lot: el cost de manteniment augmenta proporcionalment a la mida del lot, el cost de comanda disminueix amb l'increment de la mida, el cost de material pot ser constant o pot disminuir amb la mida del lot... La resolució d'aquest problema ens proporciona el que anomenem la quantitat econòmica de comanda (en anglès, *economic order quantity* o EOQ):

$$EOQ = \sqrt{\frac{(2 \times \text{Consum} \times \text{cost de comanda})}{(\text{cost de manteniment} \times \text{cost unitari del material})}}$$

En aquest model teòric de càlcul del lot òptim, les unitats de consum i cost de manteniment han de ser coherents des del punt de vista temporal, és a dir, han de correspondre al mateix rang temporal. Com a tal model teòric no inclou totes les variacions de costos que es poden donar a la realitat, però dóna un valor aproximat del que hauria de ser la mida del lot òptim sota certes condicions estables. En tot cas, estem parlant d'un model aplicable a la petició d'un sol producte.

Per calcular una mida eficient de lot un dels factors que s'ha d'entendre millor és el cost del transport. D'altra banda, la gamma de productes que una companyia pot vendre habitualment està dividida en famílies o grups. Si en una comanda es combinen diferents referències es poden obtenir noves economies d'escala en el transport, comanda, recepció... Un altre cas més complex seria combinar diferents lliuraments que provenen de diferents proveïdors. També és important intentar disminuir els costos de recepció i càrrega.

Les promocions, que indueixen a adquirir més quantitat per aprofitar descomptes i desplaçar estocs del fabricant al distribuïdor, també incrementen la mida del lot i el nivell mitjà d'estocs. Això redueix la rendibilitat de la cadena encara que també redueix les fluctuacions de la demanda. Tanmateix, si la cadena de subministrament està coordinada (és a dir, el proveïdor i el fabricant o distribuïdor s'intercanvien informació sobre consum i estocs) es poden maximitzar els beneficis de tota la cadena. En canvi, si cada etapa de la cadena de subministrament pren les seves pròpies decisions la suma total del benefici de la cadena és menor.

Els models de quantitat fixa de comanda es basen a obtenir i calcular de la forma més acurada possible els diferents costos que afecten la gestió d'estocs. Entre els costos de manteniment de l'estoc es troben el cost del capital necessari per finançar l'estoc, el cost d'obsolescència, que calcula el preu al qual es deprecien els articles en el temps, el cost de recepció i emmagatzematge i altres costos relacionats amb la seguretat, assegurances, malifetes... El cost de petició o comanda inclou els costos de crear la petició (temps i sistemes necessaris), el cost de transport, el cost de recepció... Tota aquesta informació suposa un esforç necessari per poder gestionar de forma correcta els estocs.

Si mirem la fórmula de càlcul del lot òptim, amb l'única arrel quadrada de tot el llibre, veurem que el cost de comanda de compres equivaldria al cost de canvi de producte a fàbrica; per tant, si apliquem SMED (vegeu el capítol 3, de producció), disminuïrem el cost de comanda o canvi i, doncs, anirem a mides de lots més petites cada vegada. Aquest és un punt clau per passar de la producció en massa a la producció ajustada del JIT.

5.5.5.1.2 L'estoc de seguretat i el punt de petició

L'estoc de seguretat pretén cobrir aquell consum que excedeix les previsions realitzades per a un període específic. Aquest estoc és una conseqüència natural del fet que les previsions tenen un grau d'incertesa i la seva planificació ha de ser el resultat d'una solució de compromís o òptima entre el cost de mantenir l'estoc i el grau de servei al client intern o final. El problema s'agreuja en el cas d'una gran varietat de productes i un temps de resposta curt requerit pel client. Per tant hi ha dos grans factors que influeixen en la determinació de l'estoc de seguretat:

- La incertesa del consum o subministrament
- El grau desitjat de disponibilitat del producte

La gestió de l'estoc de seguretat va lligada també a les polítiques de reaprovisionament. Està relacionada amb les decisions de dimensions del lot i de freqüència de petició. Aquestes polítiques poden prendre dues formes com ja hem vist:

- Revisió contínua de l'estoc: la petició de lot es realitza quan s'assoleix un determinat nivell d'estoc. El temps entre peticions fluctua en funció del consum.
- Revisió periòdica: l'estoc es revisa cada certs períodes i s'envien peticions per assolir-ne un nivell determinat.

Donada una d'aquestes polítiques de reaprovisionament es pot avaluar el nivell de l'estoc de seguretat, la probabilitat de no trencar estocs durant el cicle de reaprovisionament i la taxa de compliment de peticions de clients. Per avaluar tots aquests indicadors de servei és necessari conèixer la distribució del consum previst. Algunes de les conclusions que es poden treure d'aquests indicadors són que la taxa de compliment de peticions de clients i la probabilitat de no trencar estocs van a millor si l'estoc de seguretat augmenta. Tanmateix, l'increment en la mida del lot millora la taxa de compliment però no la probabilitat de no trencar estocs. D'altra banda, es pot calcular el nivell de l'estoc de seguretat (i, en conseqüència, la política de reaprovisionament que inclou el punt de petició) en funció d'una certa taxa de compliment de peticions i/o una probabilitat de no trencar estocs.

En conclusió, el nivell requerit d'estoc de seguretat creix ràpidament amb una major exigència de la disponibilitat de producte desitjada. També creix si s'incrementa el temps de resposta (*lead time*) o la desviació estàndard del consum periòdic. El responsable de la cadena de subministrament té com a objectiu reduir el nivell d'estoc de seguretat necessari.

5.5.5.1.3 Models de periodificació de temps fix

En aquests models, el nivell d'estoc es revisa cada cert període de temps prefixat i s'emet una petició de forma que l'estoc actual més la mida del lot de reaprovisionament assoleixin un nivell predeterminat. Aquest model és més simple d'implantar perquè no s'ha de controlar contínuament l'estoc. Fins i tot, els proveïdors també el prefereixen perquè poden planificar millor els seus lliuraments.

Una de les claus d'aquest model és calcular el nivell predeterminat que s'ha d'assolir en funció de la distribució de la demanda en el període de revisió. En tot cas, aquest model sempre implica un nivell d'estoc de seguretat molt més alt que els models de revisió contínua. Gràcies a la incorporació de tecnologies com el codi de barres i els lectors corresponents, cada vegada és més senzill poder disposar de polítiques de revisió contínua del nivell d'estoc.

5.5.5.2 Models d'estoc per la demanda dependent. Ús de la lògica MRP

Els components o materials que segueixen el model de demanda dependent habitualment formen part de semiacabats o productes finals de nivell superior o de conjunts d'articles que es venen de forma conjunta. En l'àmbit de la producció el nombre d'aquest tipus de components o materials pot arribar a ser molt gran i està relacionat amb la complexitat dels productes finals de l'empresa. Com indica la descripció del mateix model, aquests components no estan subjectes a previsions, sinó que el càlcul de les seves necessitats es realitza a partir de les necessitats dels productes pare o superiors tal com hem vist amb les BOM. El sistema d'informació que permet fer aquests càlculs és l'MRP. Aquest sistema no es fa servir només per planificar, sinó que també s'utilitza per fer el seguiment i control de l'aprovisionament i muntatge de tots aquests components.

Casademont, S.A. és una empresa familiar fundada fa més de cinquanta anys. Elabora i comercialitza una àmplia gamma de productes carnis i se situa entre les capdavanteres del sector carni espanyol.

Actualment ha informatitzat (ERP), les àrees de Finances, Comercial i Logística, que ja són plenament operatives. Els objectius immediats són les àrees de Producció, Manteniment i Qualitat. (MRP/MPS).

Com que el resultat del sistema MRP (com hem vist amb detall a l'apartat 5.4) és un conjunt seqüenciat d'ordres, es pot connectar amb sistemes d'informació que permetin emetre les ordres corresponents als proveïdors (per exemple, missatgeria electrònica o EDI) o, fins i tot, amb sistemes que ajuden a sincronitzar proveïdor i fabricant o distribuïdor dins una política de just a temps (això sol ser més habitual en produccions de tipus repetitiu). A la vegada, aquest conjunt ordenat d'ordres d'aprovisionament i producció proporciona informació molt útil per conèixer l'acabament de les ordres i la disponibilitat dels productes per poder ser expedits als clients finals. És a dir, proporciona informació per realitzar la verificació de disponibilitat des de l'àrea comercial de l'empresa.

En tot cas, el resultat de l'MRP no deixa de ser una previsió de comportament ideal de la producció ja que es basa en uns temps estimats i prefixats d'aprovisionament i de producció. La realitat és molt més complexa ja que s'han d'afrontar diverses incidències (endarreriments als lliuraments, parades a la línia de producció) que s'han de solucionar i que obliguen a noves replanificacions MRP. A més, exigeix una alta disciplina en el manteniment de tota la informació necessària per al seu funcionament (inventaris, lliuraments). Per tant, una bona gestió de la cadena de subministrament fent servir aquestes eines de planificació necessita persones i responsables conscients de la importància de la informació actualitzada, que facin servir aquestes eines com a suport de decisions a la vegada que utilitzen criteris de negoci per resoldre les incidències de cada dia. En aquest aspecte, una de les àrees que té una importància clau en aquesta gestió és la de visibilitat del funcionament de la cadena de subministrament: informació de control de producció, de seguiment de lliuraments, expedicions, detecció d'incidències... Per aquesta raó, la incorporació de tecnologies com els codis de barres, la identificació per radiofreqüència (RFID), les etiquetes intel·ligents, els dispositius de seguiment de les condicions de transport i fins i tot l'extensió de l'adquisició automàtica de dades a la planta industrial (sistemes SCADA i MES) és crítica per a l'assoliment dels objectius corporatius.

5.5.6 Planificació de necessitats de capacitat

Quan parlem de capacitats ens estem referint a tots aquells recursos que permeten executar el procés de transformació o elaboració dels materials de l'estoc de productes finals (persones, màquines, instal·lacions). La planificació de necessitats de capacitats té com a objectiu analitzar les necessitats que provenen del programa de producció o de necessitats (MRP) i veure com encaixen en les capacitats disponibles a l'empresa. Això implica que aquelles necessitats que s'analitzen i no puguin ser cobertes per la capacitat disponible hauran de ser desplaçades en el temps i, per tant, tenen un impacte immediat en el pla de producció seqüenciat que ens ha sortit de l'MRP. Per tant, per tenir una planificació de capacitats efectiva s'ha d'establir una iteració entre la seqüència de l'MRP i l'anàlisi de capacitats fins a trobar la solució adient.

La informació necessària per realitzar la planificació de necessitats és:

- la seqüència d'ordres de producció que provenen de l'MRP o d'altre tipus de models de decisió sobre la producció;
- el consum de capacitats per cadascuna de les operacions i processos a realitzar en la producció (fulls de ruta);
- tota la informació referent a capacitats disponibles (horaris disponibles dels centres de treball, taxes de productivitat i minva...).

El resultat de la planificació de necessitats de capacitats ajuda a entendre i a detectar:

- els perfils de càrrega dels diferents recursos o centres de treball,
- les sobrecàrregues o colls d'ampolla de les línies de producció (capítol 3), (4)
- l'anivellació de càrregues entre els diferents centres de treball.

Aquesta tècnica requereix molta informació sobre el procés de producció i una actualització acurada d'aquesta informació (p. e., centres de treball que han quedat fora de servei...) i tenir en compte totes aquelles operacions que afecten l'execució d'operacions: tasques programades de manteniment, inspeccions de qualitat... Els resultats de la planificació de necessitats de capacitat són fruit molt especialment del coneixement i experiència de les persones que prenen les decisions de moure endavant o enrere les diferents activitats per tal d'anivellar la càrrega i assolir els objectius de l'empresa.

El concepte de planificació de recursos de producció o MRP-II (*manufacturing resources planning*) integra en aquest circuit des de la planificació d'alt nivell (agregada) fins a l'avaluació de capacitats. En aquest sentit la informació necessària per construir l'MRP s'ha d'ampliar amb la informació de fulls de ruta (com i amb quins recursos s'executen els processos) i de capacitats.

5.5.7 Programació detallada d'operacions (optimització)

Adicionalment a les eines de planificació de necessitats de capacitat, s'han desenvolupat eines de tractament de tota la informació de la cadena de subministrament que proporcionen propostes d'actuació fent servir sofisticats models matemàtics per optimitzar el flux d'operacions i que s'anomenen seqüenciadors. Aquests models representen les característiques essencials de situacions de la cadena de subministrament, però sense ser realment les situacions. Per aquesta raó, la resolució d'aquests models dóna solucions molt acurades del que pot passar a la realitat però en contempla totes les complexitats. Aquesta resolució ens proporciona sofisticades possibilitats per prendre decisions i ajuda a realitzar simulacions en contextos diferents.

Per crear una solució òptima el primer que es necessita és un objectiu o funció objectiu a minimitzar o maximitzar (minimitzar costos o maximitzar beneficis?). Normalment, en els models d'optimització de la cadena de subministrament la solució s'orienta cap a minimitzar costos i s'utilitzen els que s'anomenen costos marginals (només aquells costos que canviaran fruit de decisions sota el nostre control). Per exemple, els costos de la matèria primera no s'hi inclouen perquè aquesta despesa s'ha de realitzar independentment del pla final (encara que hom podria considerar que afecten el flux de caixa). Sota aquesta premissa els costos de personal en horari laboral normal tampoc s'hi inclourien. Però sí que s'hi inclourien els costos de mantenir una peça en l'estoc durant un període de temps o els costos de canvi (de personal, de maquinària...) associats a una referència.

La planificació tàctica de la producció inclou les quantitats de producció o el temps extra necessari per assolir els objectius. També es poden tenir en compte diferents eleccions entre nombroses rutes a les línies de producció, entre nombrosos proveïdors o subcontractistes o, fins i tot, entre diferents factories. Les eines d'optimització també permeten la tria de les millors combinacions respecte de la funció objectiu descrita. En alguns casos també es volen tenir en compte productes substitutius per a la solució final de producció. Una vegada es té la funció objectiu i les restriccions que l'envolten, el problema es trasllada a eines informàtiques anomenades llenguatges de modelització que permeten que els ordinadors puguin resoldre el problema i aportar solucions als responsables de la cadena de subministrament.

(4) Vegeu Eines de Progrés: Teoria de les Limitacions, CIDEM, 2003

Adicionalment en aquests models i la seva resolució, la realitat implica que el flux per la cadena de subministrament no és constant, sinó que hi ha parades no esperades de màquines o altres tipus d'esdeveniments. Això porta a considerar també la gestió de cues i la detecció de congestions o colls d'ampolla, que s'han de programar de la millor forma possible. En aquest cas, diferents eines informàtiques poden ajudar a simular el flux dins la cadena i a detectar-hi aquests punts crítics.

5.5.8 Planificació del transport

El transport de materials, components i productes dins la cadena de subministrament és un dels factors de cost significatius de la cadena i l'èxit de qualsevol cadena està lligat a un ús adequat del transport. L'ús del transport permet centralitzar i operar amb menys infraestructura d'emmagatzematge, la qual cosa té implicacions positives des del punt de vista de l'estoc mitjà disponible, i, a la vegada, és l'enllaç entre les diferents etapes de la cadena. Dins les decisions de la gestió del transport hi ha dos principals actors: el que emet i requereix el moviment del producte i l'operador que transporta el producte. La planificació del transport té en compte els factors que afecten el cost de les operacions i, en funció de la disponibilitat i el nivell de servei exigits, ajusta l'oferta de l'operador a les peticions de l'emissor. Els factors que afecten el cost són els relatius a:

- costos de transport
- costos d'estoc i infraestructura d'emmagatzematge
- costos de procés de les càrregues
- costos fixos de salaris, zones de terminals...

Construint una matriu de distàncies entre cada dos punts i creant a partir d'aquesta matriu i la informació de costos una altra matriu d'estalvis, es pot utilitzar un mètode de planificació que permeti assignar els lliuraments de clients a vehicles o rutes i minimitzar els costos. Existeixen diferents tipus d'eines i algorismes que ajuden a resoldre aquests problemes complexos. És important tenir en compte que la informació necessària en aquest cas no depèn només de la mateixa empresa sinó també d'actors externs com els operadors logístics.

***BIMBO** va iniciar la seva activitat a Espanya l'any 1964, a la fàbrica de Granollers (Barcelona). El seu gran èxit ha estat introduir a Espanya un producte desconegut fins aleshores: el pa de motlle. Actualment és una de les empreses més grans del sector alimentari a la Península Ibèrica. Gràcies a aquesta gran acceptació del públic, els productes Bimbo, Martínez i Ortiz s'han consolidat com un dels líders de mercat en les categories de productes de fleca, pastes industrials i pastisseria de marca.*

*La implementació de l'ERP es va anar estenent a totes les empreses del grup, i també a les dotze plantes de fabricació. Actualment el sistema està centralitzat a les oficines de Barcelona, des de les quals s'ofereix servei a totes les fàbriques i delegacions ininterrompudament. Davant de la dispersió geogràfica de les diferents àrees de l'empresa (per Espanya, Portugal i les illes Canàries), l'any 2001 Bimbo va crear una nova àrea funcional –**Supply Chain Management (SCM)**– amb l'objectiu d'unificar i optimitzar la cadena de subministrament i garantir el màxim frescor dels productes, el millor servei al client i la rendibilitat de la gestió logística i industrial. L'empresa necessitava una eina per planificar la cadena de subministrament dels productes de vida mitjana i llarga (pastisseria, torrats i aperitius i laminadures). Per això, l'àrea de SCM va fer un estudi funcional i organitzatiu amb l'objectiu d'optimitzar la cadena de subministrament, aconseguir alhora un frescor òptim dels productes, disminuir els estocs intermedis en la cadena, optimitzar la producció i millorar el servei a les delegacions de venda des de les fàbriques.*

El projecte d'implementació de **SAP APO** (Advanced Planning Optimizer) es va dividir en tres fases:

1. Realització d'un model detallat de funcionament i d'un prototipus amb un sistema avançat de planificació per a les àrees de Planificació de Demanda, Planificació de Producció i Distribució Troncal, prenent com a referència el nou model operatiu SCM.
2. Implantació d'un sistema avançat de planificació, i dels seus components **Demand Planning (DP)** i **Supply Network Planning (SNP)**, i inici de la fabricació dels productes de pastisseria de la marca Martínez.
3. Expansió de la solució per a productes de llarga vida (torrats i aperitius i llaminadures) incloent-hi una solució de planificació col·laborativa de la demanda amb l'operador logístic.

La funcionalitat implementada per Bimbo per a optimitzar la gestió de la cadena de subministrament es basa en:

- **Planificació de demanda (DP).** Component que recull la informació sobre els històrics de vendes i la projecció mitjançant models estadístics, tenint en compte estacionalitats i esdeveniments (promocions, festius, etc.).
- **Planificació de producció (SNP).** Component que permet a l'empresa planificar cada setmana les vendes que resulten de la planificació de la demanda i dels paràmetres relacionats amb les capacitats de producció de les plantes, l'estoc de seguretat, les freqüències d'enviament i el frescor dels productes.
- **Planificació d'enviaments de productes.** Es basa en les previsions consensuades i/o les comandes segons la freqüència de tramesa i frescor definits.
- **Seqüenciació de la producció.** És possible gràcies a la integració del sistema de gestió interna, el mòdul de producció i els processos del sistema de planificació avançada.

El projecte en general va ser impulsat i liderat pel Departament de Supply Chain de Bimbo, el principal director i patrocinador del qual és el vicepresident de l'àrea de Supply Chain. L'empresa va crear un equip multifuncional, amb representants de cada una de les àrees afectades pel projecte: **Supply Chain**, Logística, Vendes, Màrqueting i Sistemes d'Informació. L'àrea funcional Supply Chain va liderar la primera fase del projecte, fins a arribar a un prototipus del component de planificació.

El Departament de Sistemes d'Informació va liderar la implementació i la integració de la solució. Paral·lelament, l'àrea de SCM va dur a terme un projecte de **Gestió del Canvi** per adequar l'organització actual al nou model de gestió. La comunicació interna, la definició dels nous procediments i la formació interna han estat factors crítics per a l'èxit del projecte. Dins de l'empresa, l'ús de la solució els ajuda en la gestió dels processos de negoci prioritàris en cada àrea o departament.

Àrea de Màrqueting

- Definició de la vida (frescor) dels productes que ha de garantir la cadena de subministrament.
- Llançament de nous productes de vida mitjana i llarga, integrat amb el sistema avançat de planificació.
- Publicació de promocions que impacten significativament en les previsions de venda (a escala nacional).

Àrea Comercial

- El responsable de les previsions de venda les genera setmanalment per a 65 ubicacions i les consensua amb les delegacions de venda abans de passar el pla setmanal al gestor d'inventaris (i SNP).
- Els KAM introdueixen els esdeveniments (promocions, festius, etc.) en el sistema (per via ERP).
- En les delegacions és primordial que els nous procediments de logística es compleixin, per tal de garantir l'exactitud dels estocs que s'han de planificar.

- Els caps/directors de venda consensuen les previsions setmanals de venda de productes de vida mitjana i llarga, tenint en compte les promocions locals.

Àrea SCM / Logística

- El responsable d'inventaris elabora el pla de producció sobre la base de les previsions, amb el consens previ de l'Àrea Comercial. Es tanca un pla setmanal fix per a cada planta de producció i referència, tenint en compte els estocs en la cadena de subministrament.
- El responsable d'inventaris actualitza les necessitats d'aprovisionament des del magatzem central de la fàbrica a les delegacions de venda, segons la situació dels estocs en aquell moment. Després, el pla d'enviaments elaborat en el sistema de planificació s'allibera del sistema de gestió o ERP i crea comandes de trasllat entre els centres.
- Mitjançant la gestió d'excepcions, s'analitzen les possibles **alertes** (monitor d>alertes) desencadenades per les variacions del programa de producció respecte del pla de producció. Segons la importància i prioritat de cada alerta, es van resolent les excepcions. El gestor d'inventaris és l'encarregat d'avaluar les alertes i d'informar els planificadors de producció si considera necessari modificar el programa de producció. Un cop s'ha produït el consens entre ambdues parts i el gestor d'inventaris han acceptat el programa, finalitza el procés. Si no es resolen totes les excepcions, el gestor d'inventaris es fa responsable de les possibles conseqüències i d'informar els afectats per aquesta decisió.

L'adopció del nou model implica passar d'un sistema basat en comandes internes creades a cada delegació, d'acord amb la demanda local entre delegacions i fàbriques, a un sistema logístic basat en la planificació:

- amb un **sistema de previsions de la demanda, gestió d'inventaris** en les 65 ubicacions i **planificació del subministrament**, i
- amb un **sistema de planificació i seqüenciació de producció** adaptat per a aquesta funció.

5.5.9 Execució i control d'operacions

Una vegada es tenen els diferents plans establerts, verificats i aprovats arriba l'hora d'executar-los i assolir els objectius que hi ha definits. Els plans de producció es poden comunicar en diferents formats a la planta de producció en funció de les característiques d'aquesta. En aquest sentit és interessant diferenciar els tipus de producció segons en quin punt començarà el muntatge del producte final amb la seva llista de components finals (planificació de muntatge final, *final assembly schedule*, FAS). La ubicació d'aquest punt també ens indica quins tipus d'estratègia competitiva fa servir la companyia (vegeu la figura 12).

- Fabricació contra estoc: A partir de llistes de materials predefinides es produeix un conjunt de productes finals buscant economies d'escala en la producció en massa. El pla mestre de producció coincideix amb les necessitats de producte final. A la figura 12 veiem per la forma de la figura que en aquest cas existeixen menys articles de producte acabat que de matèria primera. El punt de planificació ha de ser sempre el de més alta comunalitat (allà a on hi ha menys referències). L'MPS (pla mestre) el farem, doncs, a nivell de producte acabat. Com que planificarem productes acabats, aquest també serà el punt fins a on deixarem entrar les comandes. Per exemple: la major part de productes de venda en gran consum.
- Muntatge sota comanda: Es produeixen un conjunt de premuntats (anomenats també conjunts o subsistemes) i la llista de materials per al producte final es construeix a partir de la combinació d'aquests subsistemes. El pla mestre de producció es crea en primera instància per als subsistemes o conjunts, que com veiem també és el punt de màxima comunalitat (el més estret del rellotge de sorra de la figura 12) i és el punt a on planificarem els conjunts, que és fins a on el client podrà especificar la seva comanda.

Mètode de producció

Àrea	Característiques	Producció per flux regular desconnectat	Producció per línia de muntatge	Producció per línia de muntatge sota comanda	Indústria de procés. Ordres de procés
Pla de producció	Necessitats d'esforç de gestió i característiques de producció	Determinat per ordres	Periòdic i determinat per quantitat	Periòdic i determinat per quantitat	Determinat per ordres
Ordre de producció	Necessitats d'informació de quantitat o data	L'ordre necessita quantitat i data	No és obligatori disposar d'ordres de previsió amb quantitat i data	Les ordres de previsió necessiten especificar quantitat i data	L'ordre ha d'especificar quantitat, data i temps de procés
Recollida i entrada de dades	Quantitat i nivell de dades requerides pel mètode	Mitjans	Baixos	Baixos	Alts
Integració amb el nivell de planta	Grau i facilitat de la integració amb el grau de recollida de dades a la planta	Mitjans	Mitjans	Mitjans	Alts
Informació de planta	Format habitual d'intercanvi d'informació	Conjunt de papers per ordre	Llista del lot programat per línia	Llista del lot programat per línia i component	Instruccions de procés en temps real per ordre
Involucració de l'operari	Nivell de formació necessari per utilitzar el sistema informàtic	Mitjà	Baix	Baix	Alt
Complexitat de les dades mestres	Esforç necessari de manteniment de les rutes / receptes	Alt	Baix	Alt	Alt
Freqüència de canvi en les dades mestres	Esforç necessari de manteniment de les rutes / receptes	Alt	Baix	Mitjà	Alt
Complexitat del procés de producció	Esforç necessari de manteniment de les rutes / receptes	Alt	Baix	Mitjà	Alt
Estructura de l'ordre de producció	Quin nivell de detall és possible per estructurar el procés de producció	Nivell d'operació i suboperació	Només nivell d'operació	Només nivell d'operació	Nivell d'operació i fase
Gestió de l'estat de l'ordre	Seguiment del cicle de producció i esforç necessari	Capçalera i a nivell d'operació	No és possible ja que només es fan servir ordres de previsió	No és possible ja que només es fan servir ordres de previsió	Nivell de capçalera i fase
Comprovació de disponibilitat	Com es pot seguir la disponibilitat de components en el procés de producció	Per ordre	Per ubicació/línia	Per ordre	Per ordre
Programació	Freqüència de llançament d'ordres	Segons	Dies (torns)	Dies (torns)	Segons
Nivell de confirmació	Com es gestionen les confirmacions pel producte acabat	Confirmació a nivell d'ordre (capçalera) o nivell d'operació i suboperació	Confirmació de quantitats en punts determinats	Confirmació a nivell d'ordre (capçalera)	Confirmació a nivell d'ordre (capçalera) o nivell d'operació i fase

fig 13 Quadre resum de l'estructura d'informació per mètode de producció

5.5.10 Conclusions de planificació de la cadena de subministrament

Planificar d'una forma integrada i sincronitzada una cadena de subministrament no és fàcil. La planificació és sovint la qüestió més complicada de resoldre en plantes productives. Implantar sistemes del tipus ERP és un exercici de millora continuada, on convergeixen solucions tecnològiques i de gestió. Històricament, molts ERP no han funcionat massa bé, perquè depenien de previsions de demanda que es feien incorrectament, perquè funcionaven en intervals de temps de planificació massa grans (mesos o setmanes), perquè no es planificava el transport i la distribució, perquè els magatzems no disposaven de tecnologia automàtica d'adquisició de dades (escàners per codi de barres i radiofreqüència per transmetre dades) o aquesta no estava integrada amb el mateix ERP, o perquè es cercava un nivell òptim local de funcionament que no coincidia amb l'òptim de funcionament global de la cadena de subministrament.

La major part d'aquestes qüestions s'inclouen ja en noves tecnologies (figura 15) com són els mòduls de SRM (supplier relationship management, 'gestió de relacions amb el proveïdor'), de SCM (supply chain management, 'gestió de la cadena de subministrament') o de CRM (customer relationship management, 'gestió de les relacions amb el client'). És el moment d'avançar amb aquestes noves aplicacions de màrqueting i vendes (CRM) si estem en mercats de consum, o d'operacions (SRM i SCM) si estem en mercats industrials a on les compres i la fabricació són font d'avantatge competitiu. Sovint, els sistemes SCM s'anomenen també APS (advanced planning systems, 'sistemes de planificació avançada').

1.1 Cadena "Pull" de demanda: de l'ERP al SCM

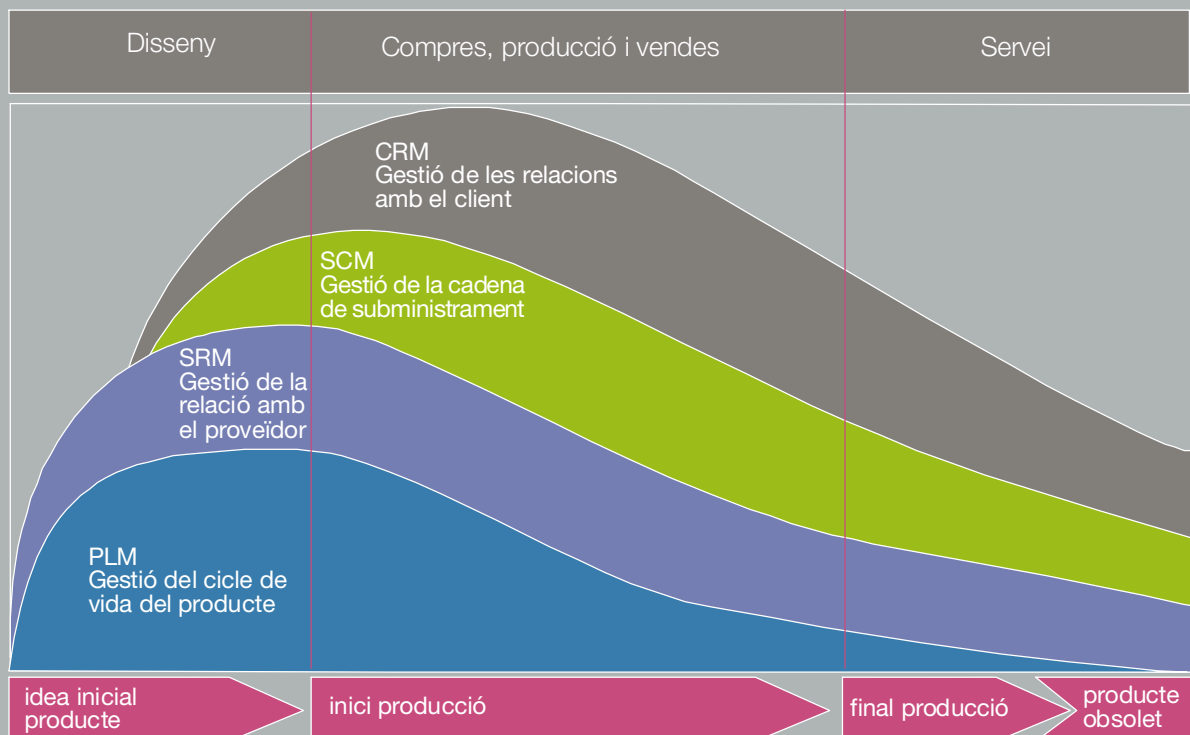


fig 15 Els sistemes de planificació SRM i SCM

La tecnologia, en tot cas, ha de comportar la millora real i significativa d'algun dels processos fonamentals de negoci (servir les comandes i cobrar-les; fabricar i subministrar per cada comanda, i comprar i pagar). Les noves tecnologies han de ser sempre uns instruments facilitadors de la implantació de l'estratègia de l'empresa i no els determinants d'aquesta estratègia. Com a resum de tot el que s'ha vist en aquest document, a la figura 16 es pot veure com, a partir d'unes previsions de mercat i d'un pla de negoci, s'elabora una planificació agregada i un pla mestre per a la fàbrica (MPS) que, en detallar-lo al MRP, ens dóna les ordres de compres i les de producció setmanals. Tanmateix, molts d'aquests sistemes encara són de planificació push, no comandat per demandes reals de mercat, sinó per previsions i amb ordres de fabricació, encara que avui dia tots els MRP ja tenen mòduls de taller i senyals "Kanban" de Planificació *pull*, que responen a les necessitats reals de mercat. Aquesta ha de ser la tendència de futur.

Planificació de la cadena de subministrament



fig 16 Planificació de la cadena

D'altra banda, caldrà anar substituint les simples previsions de mercat per sistemes de planificació de la demanda i instal·lant sistemes de planificació de distribució (DRP: *Distribution Requirements Planning*), amb la lògica del MRP, però estesa a la xarxa de distribució. Però tampoc podem suposar que tenim capacitat productiva infinita: la capacitat també ha de ser planificada, i per això existeixen sistemes CRP complementaris.

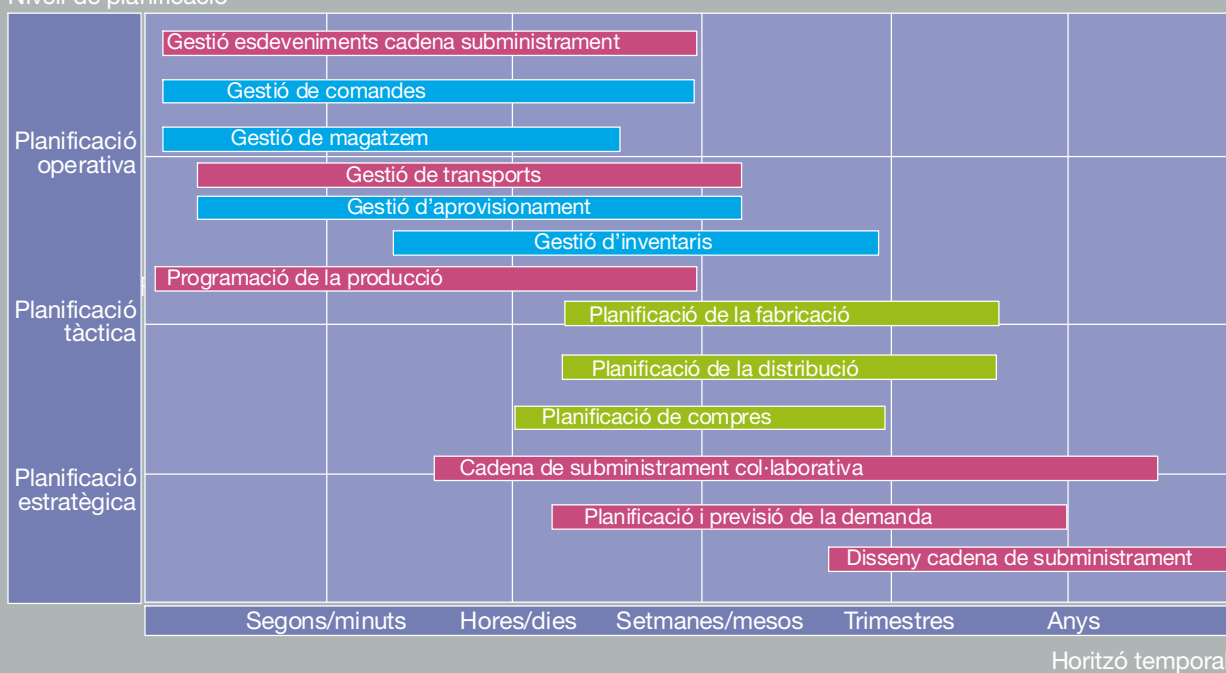
Hem fet també un repàs dels diferents models de Gestió d'Inventaris, tant de demanda independent (de quantitat fixa o de temps fix) per productes acabats, com dels MRP de demanda dependent (per als conjunts i les matèries primeres). Així mateix hem revisat l'execució i el control de les operacions, relacionant l'ús de les llistes de materials (BOM) amb els sistemes de planificació i els diferents processos de fabricació. La figura 14 relaciona l'estructura de planificació amb tots els diferents processos de producció que ja havíem vist al capítol 1 sobre l'estratègia. Finalment, cal considerar que el futur dels MRP implica la incorporació dels sistemes APS o

sistemes avançats de la cadena de planificació, que inclouen:

- 1) **Simuladors de disseny** de les cadenes de subministrament, que ens permetran prendre decisions sobre els costos totals quan fem canvis a la xarxa, per exemple si obrim un nou centre productiu o de distribució.
- 2) **Planificació de la demanda**, o bé des d'una perspectiva històrica (afegint-hi només temes clau de previsió de mercat, com ara estimacions de venda de nous productes o promocions especials), si parlem de productes funcionals (que hem vist al capítol 4), o bé amb sistemes de consens amb comitè d'experts i algorismes informàtics d'anticipació al mercat, si ens referim a productes innovadors i de moda.
- 3) **Cadena de subministrament col·laborativa** per relacionar la logística amb els proveïdors i distribuïdors estratègics i planificar algunes operacions conjuntament (*hubs* logístics).
- 4) **"Seqüenciadors de la producció"** que permetin programar la fabricació detalladament hora per hora, considerant els condicionadors de recursos, si el procés productiu és ràpid.
- 5) **Gestió de transports i rutes** si la nostra distribució és capil·lar i important.
- 6) **Gestió d'esdeveniments** de la cadena de subministrament en temps real per veure què lliurem (exactament) i en quin moment ho fem (visibilitat de la cadena, *track and trace*). Això permet accelerar el procés de facturació i precisar la gestió financera.

1.2 Cadena "Pull" de demanda: cap al "ASCP"

Nivell de planificació



- Execució cadena subministrament (SCE)
- Planificació cadena subministrament (SCP)
- Execució i planificació avançades (ASCP, ASCE)

APS = Advanced Planning and Scheduling
(Planificació i programació avançades)

fig 17 Cap a la planificació avançada de la cadena

Quant a les noves tecnologies de la informació i a Internet, sens dubte seran el gran facilitador de l'estratègia d'operacions durant els propers anys.

Així, la Divisió de Compres de "la Caixa" ja ha fet transparent la majoria del procés de compres amb l'empresa Sumasa i el seu portal de compres, que, a més, presta servei a altres empreses i executa la majoria de les subhastes electròniques a Catalunya. Sony, d'altra banda, ja té una cadena que parteix directament de la demanda (sistema demand planning). En un altre àmbit, operadors logístics com ara Securix ofereixen una alta visibilitat i traçabilitat de paquets.

Segons el negoci de què es tracti, les noves tecnologies de la informació ajudaran a millorar l'eficiència dels processos. Mai, però, decidiran en la implantació de nous processos de negoci (aquesta és la tasca dels directius).

La innovació, però, tant organitzativa com tecnològica, com en formació, ha d'esdevenir el gran avantatge competitiu del futur. Innovar, també en compres, producció, logística i planificació, serà indispensable en aquest segle XXI, creiem a ESADE, per a convertir-nos en una economia d'alt valor afegit, ja anomenada de "viver ". Una economia, que competeix principalment en innovació i temps, que crea idees, dissenya i millora productes i serveis, pot dirigir i deslocalitzar si fos necessari, la seva producció.

Bibliografia

Llibres

Barrat, M.; Green, M. (2001): "The Cultural Shift: the Need for a Collaborative Culture". *Proceedings of the Supply Chain Management Conference*. Cranfield School of Management.

Bowersox, Donald J. (1986): *Logistical Management*. Nova York: MacMillan.

Chopra, Sunil (2000): *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operations*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Christopher, M. (1998): *Logistics and Supply Chain Management*. Londres: Financial Times.

Christopher, M.; Lambert, D. (2001): "The Challenges of Supply Chain Management". A: *Proceedings of the Supply Chain Management Conference*. Cranfield School of Management.

Christopher, M.; Towill, D. (2001): "An Integrated Model for the Design of Agile Supply Chains". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*.

Fisher, Marshall (1997): "What is the right Supply Chain for your product". *Harvard Business Review*, març-abril.

Garvin, David A. (2000): *Learning in Action: A Guide to Putting the Learning Organization to Work*. Boston, MA: Harvard Business School Press.

Hammer, M.; Champy, J. (1993): *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. Nova York: Harper Business.

Harrison, A.; Van Hoek, R. (2002): *Logistics Management and Strategy*. Prentice Hall.

Hayes, Robert H.; Wheelwright, Steven C.; Clark, Kim B. (1988): *Dynamic Manufacturing*. Nova York: The Free Press.

Hill, Terry (1994): *Manufacturing Strategy*. Productivity Press.

Krajlic, P. (1983): "Purchasing Must Become Supply Management". *Harvard Business Review*, setembre-octubre.

Lambert, Douglas M., et al. (1997): *Fundamentals of Logistics*. John Wiley and Sons.

Lewis, Colin (1998): *Demand Forecasting and Inventory Control*. John Wiley and Sons.

Miltenburg, John (1996): *Manufacturing Strategy*. Productivity Press.

Monczka, Robert M. (2001): *Purchasing and Supply Chain Management*. South Western Publishers.

Monden, Yasuhiro (1987): *El sistema de producción de Toyota*. Madrid: CDN Ciencias de la Dirección.

- Neely, A. D. (1998). *Measuring Business Performance: Why and How*. The Economist Books.
- Nokkentved, C. (2001): "Collaborative Processes in e-Supply Networks". A: EcoE Research.
- Pisano, Gary P. (1996): *Modern Operations Strategy*. Nova York: The Free Press.
- Poirier, C.; Bauer, M. (2001): *E-Supply Chain. Using the Internet to Revolutionize your Business*. Berret-Koehler Publishers.
- Porter, M. E. (1985): *Competitive Advantage. Creating and Sustaining Superior Performance*. Nova York; Londres: The Free Press.
- Ptak, Carol A. (1999): *ERP Tools, Techniques and Applications for Integrating the Supply Chain*. CRC Press.
- Rother, M.; Stook, J. (1999): *Learning to See Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute.
- Ruffa, Stephen A. (2000): *Breaking the Cost Barrier: A Proven Approach to Managing and Implementing Lean Manufacturing*. John Wiley and Sons.
- Shapiro, Jeremy (2001): *Modelling the Supply Chain*. Duxbury.
- Shingo, Shigeo (1990): *Una revolución en la producción: el sistema SMED*. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción.
- Simchi-Levi, D.; Kaminsky, P.; Simchi-Levi, E. (2000): *Designing and Managing the Supply Chain*. McGraw Hill.
- Stank, T. (2001): "Supply Chain integration: Tales from trenches". *Supply Chain Management Review*, maig -juny.
- Steele, Paul T. (1996): *Profitable Purchasing Strategies*. McGraw Hill.
- Suzaki, Kiyoshi (1987): *The New Manufacturing Challenge*. Nova York: The Free Press.
- Tersine, R. J. (1988): *Principles of Inventory and Materials Management*. Nova York: North-Holland.
- Van Hoek, R. (2001): "Most Leveraged Agile Supply Operating Environments". A: *Proceedings of the Supply Chain Management Conference*. Cranfield School of Management.
- Van Weele, A. J. (1994): *Purchasing Management*. Chapman Hall.
- Vale, J. David (1996): *Inventory Management*. Crisp Publications.
- Vollman, Thomas E., et al. (1997): *Manufacturing Planning and Control Systems*. 4a ed. McGraw-Hill.
- Wight, Oliver W. (1994): *Executive Guide to Successful MRPII*. Oliver Wight, Ltd.
- Whiteman, L.; Presley, A., (2001): "The Agile Virtual Extended Enterprise". A: *Proceedings of the Supply Chain Management Conference*. Cranfield School of Management.
- Zeithaml, Valarie A.; Parasuraman, A.; Berry, Leonard, L.(1999): *Calidad total en la gestión de Servicios*. Madrid: Díaz de Santos.

Webs

<http://www.supplychain.ittoolbox.com>

<http://www.supply-chain.org>

<http://www.cpfr.org>

<http://www.ascet.com>

<http://www.manufacturing.net/scm/>

<http://cio.com/research/scm/>

<http://www.napm.org>

<http://www.sckc.info>

<http://www.rosettanel.org>

<http://www.stanford.edu/group/scforum>



Oficina central

Passeig de Gràcia, 129
08008 Barcelona
Tel. 93 476 72 00
Fax 93 476 73 00
info@cidem.gencat.net
<http://www.cidem.com>

Xarxa Territorial del CIDEM a Catalunya

Delegació Bages
Muralla de Sant Domènec, 24, baixos
Edifici Consell Comarcal del Bages
08240 Manresa
Tel. 93 693 03 58
Fax 93 876 82 12
mribera@cidem.gencat.net

Delegació Berguedà
C/ Barcelona, 49, 3r
08600 Berga
Tel. 93 821 35 53
Fax 93 822 09 55
mribera@cidem.gencat.net

Delegació Girona
C/ Migdia, 50-52
17003 Girona
Tel. 972 94 01 20
Fax 972 94 01 64
cgil@cidem.gencat.net

Delegació Lleida
Av. Segre, 7
25007 Lleida
Tel. 973 72 80 00
Fax 973 22 19 58
jbarrufet@cidem.gencat.net

Delegació Tarragona
C/ Pompeu Fabra, 1
43004 Tarragona
Tel. 977 25 17 17
Fax 977 25 17 10
mboquera@cidem.gencat.net

Delegació Terres de l'Ebre
C/ de la Rosa, 9
43500 Tortosa
Tel. 977 44 93 33
Fax 977 44 95 75
mboquera@cidem.gencat.net