

La competitivitat dels processos productius d'acord amb l'enfocament de gestió. Anàlisi de les pèrdues de productivitat

LLUÍS CUATRECASAS
Universitat Politècnica de Catalunya

Data de recepció: 7/04/10

Data d'acceptació: 23/05/10

Resum

La competitivitat, en el món globalitzat actual, és cada vegada més difícil d'arribar de manera plena, ja que es troba subjecta a molts condicionants, alguns d'ells certament complexos. No obstant això, avui més que mai és important ésser competitiu i ser-ho, complint amb totes les exigències que això implica.

És per això, que els sistemes de gestió tradicionals dels processos empresarials tenen fortes limitacions per a arribar a la competitivitat. Per contra, el *lean management* —el model de gestió dels processos derivat del sistema de producció de Toyota— en la mesura que es trobi ben implementat, compleix amb totes les exigències de la competitivitat. En aquest treball s'exposen les raons de tot això.

Les pèrdues d'eficiència dels processos empresarials generen nivells baixos de productivitat i, amb això, de competitivitat, que aquest article analitza. Així mateix, es determina en quina mesura es donen aquestes pèrdues en els models de gestió, arribant a la conclusió, una vegada més, que el model basat en la cultura *lean*, pot arribar a nivells molt elevats d'eficiència i productivitat.

Paraules clau

Competitivitat, productivitat, gestió tradicional, lean management, valor, desaprofitament.

Abstract

In the current globalized world, is more and more difficult to reach the full competitiveness, as it is submitted to many conditioning aspects, some of them very complexes. However, it's very important to be competitive, accomplishing all requirements of it.

For all of that, the traditional management systems of the company processes, have hard limitations to reach the competitiveness. Otherwise, *lean management* —the management model derived from the Toyota system— when it is well implemented, it accomplish all competitiveness requirements. In this article are exposed the reasons for it.

The efficiency losses in the company processes generate low productivity levels and, by that, low competitiveness levels, which are analyzed in this article. Likewise, the level of these losses in the management models, are established too, concluding, once more, that the lean culture based model, is able to reach a high level of efficiency and productivity.

Keywords

Competitiveness, productivity, traditional management, lean management, value, waste.

1. La competitivitat

La competitivitat de les empreses, sigui el que sigui el sector en què operen, és fonamental per a la seva supervivència en el mercat. Però la competitivitat depèn de com es trobi gestionada l'empresa i els seus processos.

Els processos desenvolupats en una organització empresarial han de reportar el màxim valor per als seus clients. Però tan important com això, és que a aquest valor ha d'arribar-se amb el mínim consum de recursos (cost), ajustant-se al màxim als requeriments existents (qualitat) i amb la major rapidesa de resposta possible (temps).

Aquestes són, en efecte, les exigències bàsiques de la competitivitat per als processos empresarials. Més enllà d'aquestes, la competitivitat implica una multiplicitat d'exigències. Destacarem, de moment:

- Qualitat assegurada.
- Productivitat i baixos costos.
- Resposta ràpida.
- Varietat en la gamma de productes i serveis.
- Flexibilitat.

2. El model tradicional de gestió i el seu nivell de competitivitat

El que anomenem aquí model tradicional de gestió és el que s'ajusta a la coneguda gestió en massa, tan àmpliament difosa en el món encara avui (tant en els sectors industrials com en els de serveis, administració, etc.). Nascut en les albrors del passat segle XX, en el món industrial i, més concretament, en el sector de l'automòbil, aquest model de gestió ha prevalgut durant tot el passat segle i continua prevalent en bona mesura en l'actualitat. La gestió tradicional en massa opera amb els processos de qualsevol tipus portats a terme a gran escala, actuant sobre productes (que poden ser béns físics, persones, informació, etc., segons el tipus de procés de què es tracti) el més similar possible i tractant d'assolir la màxima productivitat i costos mínims per mitjà d'economies d'escala. La productivitat enfocada a cada operació de forma independent és la base de la capacitat competitiva, de manera que l'eficiència d'aquests processos deriva, poc menys que exclusivament, de la productivitat, encara que enfocada a operacions en lloc de processos.

Els nivells de productivitat arribats mitjançant aquesta forma d'operar es deriven d'actuar a gran escala sigui quin sigui el tipus de procés (peces en grans contenidors industrials, una gran mútua sanitària amb molts mutualistes, grans avions amb molts passatgers, documentació processada en grans quantitats, etc.). A més, el producte «tipus» es pretén que sigui molt similar, amb la finalitat d'arribar de manera efectiva a les economies d'escala i els mitjans de producció estan molt més enfocats a la productivitat que no a la flexibilitat (treballadors especialistes molt experts, maquinària de gran capacitat, nivells forts d'automatització, etc.).

Aquest enfocament, portat al paroxisme pel model de gestió en qüestió, pateix d'un gran inconvenient, totalment admès en l'actualitat: per a

elevat al màxim la productivitat, es gestiona cada operació independentment, tractant que sigui màxima en cadascuna per separat i, freqüentment, tractant d'assegurar-ho amb una prima de producció. Però això va en detriment del procés que, lluny de millorar el seu rendiment pel fet que una operació donada produeixi més, genera estocs de materials i altres costos (o cues de persones o munts d'informació en espera, etc., segons el tipus de procés que es tracti).

Bàsicament, l'enfocament tradicional de gestió, es caracteritza per:

- Objectius orientats a la pròpia organització: resultats (a curt termini), quota de mercat, productivitat de cada operació, etc., en lloc de preocupar-se pel que desitja realment el mercat al que, suposadament, s'està dirigint l'activitat empresarial.
- La seva capacitat competitiva es basa en la productivitat, segons ha quedat establert, però de manera poc menys que exclusiva, sense que cap dels altres aspectes que importen en la competitivitat —enumerats anteriorment— es trobin contemplats adequadament en el model de gestió.
- Es prefereix gestionar les activitats dels processos independentment, segons hem comentat, en lloc de gestionar els propis processos, tractant que siguin aquests els qui estiguin dotats de productivitat i eficiència i, en definitiva, de competitivitat.
- Es decideix i planifica sobre la base d'informació, sovint acumulada en grans quantitats, gestionada mitjançant complexos programes informàtics i a distància, és a dir lluny d'on tenen lloc els processos, on pot observar-se el que ocorre realment, de manera que el responsable de la decisió, pugui veure'l per si mateix. És una forma d'actuar en la que es confia a cegues en el sistema d'informació, la seva fiabilitat i el seu nivell d'actualització.

En definitiva, aquest model de gestió implica una operativa a gran escala que permet elevades productivitats, però a canvi de:

- » Elevats volums de producció (que s'han de vendre). Els baixos costos a causa de les economies d'escala, solament seran reals si es ven tot el «lot» i als preus previstos (no amb descomptes o, fins i tot com a «saldos»).
- » Poca flexibilitat, ja que s'opera al màxim de capacitat (no més, ja que no és possible, tampoc menys, ja que el model no admet tenir capacitat no operativa). A més, normalment s'opera amb grans

màquines i equipaments i molta automatització, cosa que atorga encara major rigidesa al sistema.

- » Resposta (molt) lenta. Aquest és un altre preu a pagar per l'eficiència que tracta d'arribar al model via productivitat. El principal motiu, que no l'únic, és l'operativa en grans lots. Així, per exemple, en una operació industrial que s'ocupa durant un minut de cada peça, un contenidor amb 1.000 unitats de producte en curs, es lliurarà als 1.000 minuts (gairebé 17 hores), en lloc que cada unitat es lliuri després del minut de procés, com passaria si no s'operés per lots. Aquesta tendència a operar amb (grans) lots es dona igualment en tot tipus de processos (indústria, serveis materials i personals, documentació, etc.). I en tots els casos, a més, els lots solen fer cua abans que l'operació corresponent s'ocupi d'ells, cosa que allarga encara més el temps de resposta.
- » Nivells elevats d'estoc, atès que cada operació maximitza independentment la seva pròpia productivitat, cosa que dona lloc a desequilibris entre el producte obtingut per les unes i les altres, generant-se així l'estoc. Per altra banda, l'operativa en grans lots, tan característica d'aquest model de gestió, suposa per si mateixa la presència d'una gran quantitat d'estoc. Finalment, la gran lentitud de resposta inherent al model exigeix també disposar d'estoc de producte acabat per a lliurar a temps els productes demandats pels clients, si no es poden esperar tant de temps.

L'estoc suposa un consum addicional de recursos per a gestionar-lo, controlar-lo, manipular-lo i, sens dubte, produir-lo. Segons White i Prybutok, els nivells elevats del *WIP* assumeixen un rol que permet obtenir la flexibilitat necessària per a operar amb una gamma àmplia de producte en la producció tradicional... però a costa de l'eficiència! (Richard I. White i Victor Prybutok, 2000: pàg. 113-124).

El cost d'operar amb un excés d'existències en procés sol ser més elevat del que en general es pressuposa: costos de transport, magatzematge, manipulació i esperes, solen ser infravalorats (John Bicheno, Matthias Howeg i Jens Niessmann, 2001: pàg. 41-49).

- » Un nivell de qualitat incert i costós. L'obsessió per la productivitat en els llocs de treball dels processos condueix, amb freqüència, a realitzar el control de qualitat per inspecció, al final, cosa que genera que es detectin els defectes de qualitat quan ja s'han produït i, per tant, la necessitat de reprocessar el producte, amb els consegüents

costos addicionals i un major allargament del temps de resposta. A més, la qualitat final del producte, basada en que la inspecció hagi detectat tots els errors, és com a mínim incerta.

2.1. Competitivitat de l'operativa tradicional

Per tot això, aquest model de gestió s'ajusta malament als criteris de competitivitat, tan exigents en el món globalitzat actual, que hem citat anteriorment. Vegem-ho:

- Qualitat costosa i mal assegurada, tal com acabem d'exposar (en la mesura que depengui de la inspecció).
- Baixos costos, a causa de les economies d'escala... només si es col·loca el gran volum de producte en el mercat. A més, es donen altres costos, que poden arribar a ser bastant elevats, per altres conceptes (costos per a assolir la qualitat, forts nivells d'estoc, etc.).
- Resposta (molt) lenta dels processos, pel que es refereix al *lead time* o temps de lliurament dels productes processats.
- Varietat de productes baixa, ja que l'operativa en grans lots, cadascun dels quals processa un model o varietat donada de producte, implica un *lead time* molt elevat per a cadascun, motiu pel qual no resulta senzill portar a terme la producció d'una àmplia gamma de producte.
- Flexibilitat nul·la pel fet d'operar al límit de capacitat, sense possibilitats d'augmentar-la, ni tampoc reduir-la, ja que deixar capacitat inoperant es consideraria incoherent amb el model de gestió.

3. El model de gestió lean

Toyota va desenvolupar i aplicar una altra manera molt diferent de gestionar una companyia i els seus processos, que permet arribar a tots els objectius de la competitivitat, perquè està totalment enfocat al client, el seu objectiu bàsic. Això l'ha convertit en l'empresa capdavantera mundial en vendes i en valoració econòmica (recents avaluacions efectuades, atorguen a Toyota un valor que supera el dels seus quatre principals competidors junts).

El sistema de producció de Toyota (*TPS*) es va desenvolupar amb l'objectiu de superar l'operativa en grans sèries i el baix nivell d'eficiència

i competitivitat que això comporta, segons hem pogut comprovar en l'epígraf anterior. Toyota va desenvolupar i aplicar una altra forma molt distinta de gestionar una companyia i els seus processos, basada en el client i el que aquest valora realment (Liker, Jeffrey K, 2004: pàg. 199-201). Així, per al *TPS*:

- L'objectiu fonamental és el client i el flux de valor que hi condueix.
- La seva eficiència es basa a eliminar les tasques que no aporten valor per al client.
- Es gestionen els processos com un tot, sobre la base d'optimitzar el flux de valor.
- Es decideix i planifica en contacte amb el lloc de creació de valor.

Però el realment important i fins a cert punt sorprenent, és que el model de gestió *lean* (basat en el *TPS*, encara que aplicat a tot tipus d'activitats) compleix amb totes les exigències de la competitivitat. Els tres grans eixos de la competitivitat, la qualitat, el cost i el temps, són assumits de forma natural pel *lean management*. Shah i Ward, es refereixen a això com associant la implementació *lean* amb millores (Rachna Shah i Peter T. Ward, 2002: pàg. 129-149).

Més enllà d'aquests tres grans eixos, el *lean management* compleix amb totes les exigències de la competitivitat:

- Volums de producció ajustats a la demanda, en no precisar operar a gran escala i incorporar l'operativa *pull*, basada a produir per a la demanda real.
- Baixos costos derivats d'eliminar tota classe de desaproveïments, en tots els aspectes del sistema (productes, processos, logística, etc.) (Ohno, Taiichi, 2001: pàg. 17-20).
- Productivitat elevada per la condició *lean* del sistema (mínima ocupació de recursos, per al mateix resultat).
- Qualitat assegurada en cada operació, recolzant-se en mitjans que detecten els problemes, bloquejant fins i tot el sistema davant l'aparició de qualsevol d'ells —*Jidoka, poka-yoke*— o imposant un autocontrol al 100% en els llocs de treball.
- Resposta molt ràpida per l'operativa en flux directe i amb un lot de producte en curs mínim (*Just in time*).
- Nivells d'estoc molt baixos a causa de l'operativa equilibrada, que impedeix acumulacions de materials en els llocs, i degut també a la petita grandària dels lots presents en cada lloc o en trànsit.

- Varietat de productes elevada per operar en petits lots (que es lliuren amb gran rapidesa).
- Flexibilitat per a ajustar-se a les fluctuacions de la demanda a causa d'utilitzar personal polivalent i mitjans de producció molt flexibles (Lane, Greg, 2007: pàg. 92-94).

Comparant amb els mètodes tradicionals de producció a gran escala, aquest sistema requereix (molt) menys temps, activitats, capital, espai i consum de recursos de qualsevol tipus, per a produir productes amb menys defectes i en una varietat més àmplia.

Per a això és fonamental que els recursos o processos la productivitat dels quals tractem de mesurar, portin a terme activitats que el consumidor valori (Womack, J.P., 2005: pàg. 47-57). Per això, cal evitar:

- Activitats que imprimeixen al producte característiques no valorades.
- Activitats «inútils», que no afecten en absolut al producte i, per tant, al seu valor (moure'l, emmagatzemar-ho, manipular-ho, etc.).

Si cap d'elles no aporta productivitat real, per què realitzar en els processos, activitats que el client no valora?

Així doncs, el Sistema de Producció de Toyota (TPS) que ha donat lloc al *lean management*, és un model d'excel·lència operacional que Toyota ha incorporat a la pròpia estratègia de l'empresa (Liker, Jeffrey K., 2004: pàg. 34-35).

La denominació *lean* fou utilitzada per primera vegada el 1990, per James Womack i Daniel Jones, en el seu llibre *La Màquina que canvià el Mundo* (referit a l'automòbil i els sistemes de gestió de les factories que en produeixen) (Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, 1990).

El propi Womack va fundar el 1997 als EUA, el *Lean Enterprise Institute* i, posteriorment, una xarxa d'Instituts *Lean* en el món (Womack, J.P., Jones, D.T., 2007: pàg. 291-292). Amb això està contribuint a implantar a tot el món aquest model de gestió en tot tipus de processos empresarials i a qualsevol sector d'activitat econòmica.

4. Anàlisi de la productivitat i les seves pèrdues

La productivitat real dels processos en general, i dels processos productius en particular, és fonamental per a assolir el necessari nivell de

competitivitat del sistema. Quan una empresa o un sector d'activitat no opera amb un nivell adequat de productivitat real, no és considerat competitiu.

Però, què és el que provoca que l'operativa d'un procés concret o del conjunt de processos pertanyent a una empresa no arribin al nivell de competitivitat adequat? O si es prefereix, quins són els possibles aspectes de la gestió dels processos que provoquen pèrdues de productivitat real? Aquestes pèrdues poden ser de diferents tipus i poden donar-se en part o totes alhora; heus aquí una classificació de les pèrdues, amb una identificació de cadascuna (entre claudàtors) per a poder-les referenciar després:

- Reducció del temps disponible real per a operar [T DISP] (per exemple, disposaré de sols 52 minuts reals cada hora, degut a esperes o altres motius).
- Augment del temps de cicle efectiu per peça [CICLE P] (per exemple, augment del temps necessari per a acabar el procés d'una peça donada, en relació al previst, a causa d'activitats addicionals que no aporten res al producte o a un innecessari allargament de les activitats pròpies del procés).
- Augment del temps de cicle efectiu per lot [CICLE L] (per exemple, augment del temps necessari per a completar el lliurament d'un lot al lloc o procés següent, en relació al previst, a causa de activitats addicionals que no aporten res al producte, com podria ser una espera del mitjà de transport).
- Reducció de l'*uptime* d'una màquina o element productiu [UPT] (per exemple, reducció del 75% al 70% del temps veritablement aprofitat per una màquina, per a produir unitats de producte correctes).
- No conformitat del producte obtingut [CAL] (per exemple, per no satisfer els requeriments de qualitat).
- Realització d'activitats que el producte no requereix perquè no li produeixen cap canvi o no aporten un valor real al producte (activitats identificades com a «desaprofitaments») [DESP] (per exemple introduir peces en un contenidor, per a després tornar a buidar-ho) (Cuatrecasas, L., 2006: pàg. 18-23).

Les pèrdues de productivitat, siguin del tipus que siguin, tenen com a conseqüència un major o menor augment del cost, a més d'afectar altres aspectes de la competitivitat (temps de resposta, nivell de qualitat, etc.).

4.1. Situacions que impliquen pèrdues de productivitat en els processos

Presentats els tipus de pèrdues de productivitat real, vegem ara quines situacions poden tenir lloc en els processos que impliquin pèrdues de productivitat. De fet, és corrent que es donin amb freqüència més gran de la que seria desitjable, ja que estan presents de forma sistemàtica en la gestió de processos de tallat tradicional. Vegem algunes d'elles (amb el tipus de pèrdua d'entre els que acabem de presentar, identificat entre claudàtors):

- a) Processos la marxa dels quals es troba interrompuda:
 - 1) Avaries i aturades tècniques [UPT]. La gestió tradicional sol incórrer amb freqüència en aquest tipus de pèrdua per la sistemàtica falta d'un manteniment preventiu (la implantació funcional amb operacions independents ho «fomenta»).
 - 2) Preparacions i ajustaments excessivament llargs [UPT]. El model de gestió tradicional no es preocupa per aquesta pèrdua perquè ho compensa amb la grandària dels lots.
 - 3) Temps inactius per errades en l'aprovisionament [T DISP]. L'estoc en magatzems compensa aquest problema en la gestió tradicional.
- b) Operacions detingudes:
 - 1) Espera de mitjans de transport [T DISP]. Les implantacions tradicionals, tan aficionades a la disposició funcional dels processos, propicien la dependència de mitjans de transport compartits per diversos processos i, per això, habitualment sofreixen esperes en els transports.
 - 2) Temps destinat al transport i manipulació de peces [CICLE L] [DESP]. Les implantacions de tipus funcional, típiques de la gestió tradicional, han d'admetre llargs i costosos transports, que tracten de compensar amb el moviment dels materials en grans lots.
 - 3) Cues de material per a ser processat en un lloc de treball [T DISP]. Aquest tipus de pèrdua s'arriba a provocar deliberadament! (per a evitar que els llocs parin per falta de material).
 - 4) Operativa en lots grans (les peces han d'esperar torn) [T DISP]. Ja hem comentat que aquesta tendència està arrelada (i a fons) en els models tradicionals de gestió.

- c) Reducció en la productivitat efectiva d'operacions i processos:
 - 1) Malfuncionament en els equips [UPT]. En la gestió tradicional és corrent aquest problema, en forçar els equips a operar al màxim, sense un manteniment adequat.
 - 2) Petites aturades i microtalls [T DISP]. Molt freqüents en els processos amb enfocament tradicional en «massa», ja que usen (i, fins i tot, abusen) de les línies fortament automatitzades, en les quals es donen, amb freqüència, aquest tipus de problemes.
 - 3) Aturs i esperes per desequilibris entre operacions [CICLE P]. Absolutament presents en l'operativa tradicional, ja que la gestió independent de cada operació —tractant d'arribar al màxim de productivitat per separat— condueix directament als desequilibris.
 - 4) Sobreprocessament i absència d'organització [CICLE P], un aspecte que també prima en els processos gestionats de manera tradicional, propiciat per l'operativa en (molt) grans lots.
- d) Producció incorrecta:
 - 1) Problemes de posada en marxa [T DISP]. La producció amb equipaments de gran capacitat i forts nivells d'automatització representen, en bona mesura, les situacions que es donen amb major freqüència aquest tipus de pèrdues. I quins models de gestió usen i abusen d'aquest tipus d'equipaments?: la producció tradicional en massa.
 - 2) Defectes de qualitat reparables [CICLE P]. La tendència a controlar la qualitat al final del procés, en lloc d'assegurar-la en cada operació, dóna lloc a errades i la necessitat de reprocessar. Això és, encara!, massa corrent en la gestió de tallat tradicional, en el seu intent que els llocs de treball del procés només produeixin.
 - 3) Defectes de qualitat irreparables [T DISP]. El comentari anterior, en relació a la major presència d'aquesta situació de pèrdua, serveix també per al cas que calgui rebutjar el producte.
- e) Processos que generen estoc (que constitueix una productivitat inútil): L'estoc (o les cues de persones, en el cas de serveis personals), incideix negativament en la productivitat, a més de fer-ho en altres aspectes de la competitivitat (per exemple, en el temps de resposta, ja que l'estoc és un material que no avança). Vegem en quines situacions es produeix:

- 1) Desequilibris en el procés (operacions més «productives» que d'altres) [DESP]. Ja hem comentat que els desequilibris són una mica inherents a la gestió de tallat tradicional, ja que es tendeix a gestionar cada operació per separat, en detriment del procés.
- 2) Estoc en entrada dels processos per moviment en grans lots [DESP]. Un altre aspecte propi de la gestió tradicional que «li agraden» les cues de materials a processar (així no per al lloc de treball).
- 3) Producció «*push*» (estoc provocat per a «aprofitar» la capacitat) [DESP]. De nou, estem en presència d'un aspecte de la gestió totalment inherent al model tradicional de gestió en massa.
- 4) Obsolets (conseqüència de la producció al límit de la capacitat, «per si de cas», etc.) [DESP]. A més estoc de qualsevol tipus, més obsolets. No cal dir en quin model de gestió es donarà sistemàticament aquesta pèrdua.

Totes aquestes pèrdues suposen un llast per a la productivitat real dels processos i el sistema en el seu conjunt, pèrdues que poden arribar a tenir grans proporcions i, com acabem d'exposar de forma inequívoca, es donen de forma sistemàtica en els processos gestionats mitjançant el model tradicional «en massa», mentre que el *lean management* pot dir-se que està «pensat» per a evitar-les totes, una a una. Ho veurem per mitjà d'un cas d'un procés de tipus industrial portat a terme mitjançant ambdós models de gestió.

5. Determinació dels nivells de productivitat. Cas pràctic.

Determinarem el nivell de productivitat i les pèrdues d'aquesta, per a un procés gestionat de forma tradicional per a, després, gestionar-lo d'acord amb el model *lean*, establint el nivell de productivitat real d'una i l'altra forma d'operar.

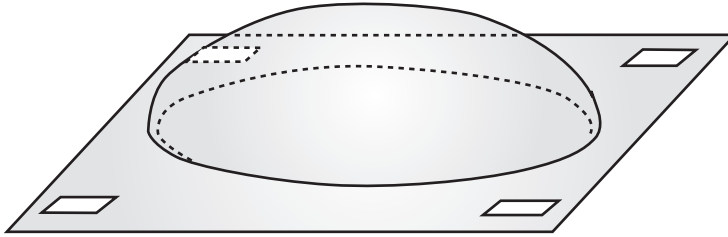


Figura 1: Producte a processar (tapa removible).

El cas que ens ocuparà és el de la fabricació d'una tapa removible d'una màquina, que podem observar a la figura 1.

5.1. Productivitat real amb el model de gestió en massa

Les operacions que constituïran el procés seran:

- Tall mitjançant premsa, que conformarà el perímetre de la tapa i els quatre traus colissos.
- Embotir en premsa, que conforma el bombament de la tapa.
- Control de qualitat final, com sol ser habitual en els processos gestionats d'acord amb el model tradicional.

La taula 1 mostra, per a aquest plantejament i per a cadascuna de les operacions del procés, les pèrdues de productivitat que suposarem que tenen lloc, d'entre les exposades en l'epígraf anterior. Escollim tan sols les més rellevants.

Pèrdues de productivitat	Tallar	Embotir	Q de qualitat
Temps addicional en procés peça (per sobreprocessament i organització)	15%	12%	18%
Reducció d'uptime (avaries, aturades, malfuncionament, etc.)	60%	65%	0%
Augment del nombre de peces produïdes (per qualitat i posada en marxa)	18%	24%	0%
Augment del temps de cada lot per a esperes de rebre de transport	50%	40%	---

Taula 1: Operacions i les seves pèrdues de productivitat.

Tenint en compte aquestes pèrdues, la Taula 2 mostra l'operativa del procés en detall, activitat per activitat. Al costat de cadascuna, els seus temps, aquests mateixos temps als que s'han afegit les pèrdues de productivitat corresponents, l'objecte del temps introduït (unitat de producte o lot complet), el temps de cicle resultant per peça (és a dir temps que transcorre des que s'acaba una peça fins que ho fa la següent), el nombre del lloc de treball que efectua l'activitat i el volum mitjà d'estoc existent en el lloc de treball on es porta a terme l'activitat.

Actív.	Descripció de l'activitat	Temps (seg.)	+Perdues Productiv.	Unit. Lote	Temps de cicle	Lloc Núm.	Estoc mitjà
1	Disposar rolle de fleix d'acer a la màquina de tallar	150	173	L			
2	Posicionar el fleix d'acer en la màquina per a tallar	25	29	U			
3	TALL (per a obtenir la peça aïllada amb els seus traus)	15	34	U	86	1	500 (mitjana de 0 a 1.000)
4	Treure la peça tallada i disposar-la en un contenidor	20	23	U			
5	Repetir les activitats 2 a 4 per a la resta del lot	59.940	85.589	L			
6	Transportar el contenidor a operació per embotir	180	270	L	0,27	2	1.000 (màxim)
7	Cua a l'entrada de l'operació d'embotir	20.000	24.257	L	No es fan tasques		
8	Prendre una peça del contenidor	15	17	U			
9	Posicionar la peça en la premsa d'embotir	25	28	U			
10	EMBOTIR mitjançant la premsa	20	43	U	110	3	999
11	Treure la peça embotida i disposar-la en un contenidor	20	22	U			
12	Repetir les activitats 8 a 11 per a la resta del lot	79.920	109.822	L			
13	Transportar el contenidor a control de qualitat	240	336	L	0,34	2	1.000 (màxim)
14	Cua l'entrada del control de qualitat	7.000	0	L	No es fan tasques		
15	Prendre la peça acabada del contenidor	12	14	U			
16	Realitzar el control de qualitat	60	71	U			
17	Deixar peça en contenidor si és correcta, si no, en reprocessat	15	18	U	103	4	999
18	Repetir les activitats 15 a 17 per a la resta del lot	86.913	102.557	L			
19	Realitzar reprocessat peces defectuoses (mitjana 90 seg./peça)	37.800	44.604	L	44.604	5	
20	Peces reparades en el contenidor d'acabades (mitjana 15 seg.)	6300	7.434	L	7.434		

Productivitat mitjana per hora treballada: 3.600 / Suma temps de cicle = 10

Taulela 2: Determinació dels paràmetres del procés, d'acord amb el model tradicional.

Les activitats amb valor afegit s'han destacat en majúscula, negreta i cursiva. En són tan sols dues de les 20 existents (10%).

Vegem quina informació hi ha en les columnes de dades. En la del temps de cada operació, s'ha introduït el corresponent a cada activitat; en completar les d'una peça, es calcula el temps necessari per a processar la resta del lot, la grandària del qual és de 1.000 peces, i es repeteixen les mateixes activitats per a cada peça del lot. Darrere de cada operació s'ha disposat una línia per al temps de transport (que ja no és per peça, sinó del lot complet) i després un temps de cua en la següent operació, si s'escau, que depèn que aquesta sigui més lenta que l'anterior.

En la columna següent —temps més pèrdues de productivitat— es prenen els temps de la columna anterior i s'afegeixen les pèrdues de productivitat mostrades en la taula 1. En general, les activitats sense valor afegit només precisen l'augment de temps addicional en el cicle mitjà. Les pròpies de l'operació (amb valor afegit) requereixen incloure també els augments per defectes de qualitat, ajustaments de la posada en funcionament i per *uptime*. L'augment en temps de transport s'aplica, lògicament, en aquest tipus d'activitats.

En la columna que identifica a qui correspon el temps —unitat de producte o lot— aquest últim cas només es dona en el transport i en les cues de lots. Hem assenyalat també com a lot la repetició de les activitats de cada peça en la resta del lot, ja que el temps que hem determinat correspon al lot complet.

La següent columna permet obtenir el temps de cicle per peça de cada operació, determinat per mitjà de la suma dels temps de cada peça, corresponents a les activitats de l'operació en qüestió. A aquesta columna li segueix la que identifica el lloc de treball de cada activitat, un per a cada operació i l'altre (el nombre 2) per als transports.

Finalment, l'última columna determina l'estoc mitjà de producte en procés present en cada operació: en el tallat, pel fet de ser la primera operació, s'inicia sense estoc. En acabar el lot de 1.000 unitats, l'estoc mitjà serà de 500 unitats. En el transport tindrem en tot moment el lot complet de 1.000 unitats i, en la cua que segueix per a iniciar la següent operació, les 1.000 unitats serà el màxim que arribarà a existir. En l'operació d'embotir, tindrem des del primer moment i fins al final, el lot complet de 1.000 unitats, de les quals en deduirem una, que és la que es trobarà en procés. El transport, la cua i l'operació que segueixen, es regiran pels mateixos principis.

Sota la taula es troba una mesura de la productivitat real que permet deduir l'eficiència del sistema, la productivitat per hora treballada. Es pot

obtenir dividint la producció obtinguda pel total d'hores de treball dels diferents llocs; també pot determinar-se dividint el nombre de segons d'una hora (3.600) pel de segons que requereix en total, cada peça. El resultat és de 10 unitats / hora.

5.2. La productivitat amb el model de gestió lean

Ocupem-nos ara dels plantejaments propis del model de gestió excel·lent *lean*. En aquest desenvolupament del mateix procés, l'operativa serà molt diferent de l'anterior. Es destacaran els aspectes ja exposats fins ara per a arribar a l'excel·lència i la seva aplicació a la gestió dels processos. La Taula 3 mostra, per a cada operació del procés, les pèrdues de productivitat que considerarem amb aquest model de gestió millorat, avaluant tan sols les anteriorment considerades rellevants.

Pèrdues de productivitat	Tallar	Embotir	Q. de qualitat
Temps addicional en procés peça (per sobreprocessament i organització)	2%	5%	---
Reducció de l' <i>uptime</i> (avaries, aturades, malfuncionament, etc.)	83%	87%	---
Augment del nombre de peces produïdes (per qualitat i posada en funcionament)	1%	2%	---
Augment del temps de cada lot per esperes de rebre transport	0%	0%	---

Taula 3: Operacions i les seves pèrdues de productivitat per a la implantació *lean*.

L'*uptime* és molt més elevat perquè el flux en el procés és continu i regular. S'alimenten permanentment als equips que, per altra banda estan molt millor gestionats des de tots els punts de vista (manteniment, qualitat, etc.), dins d'un procés en el qual l'organització i l'ordre són complets.

Els temps addicionals i els augments en el nombre de peces necessàries per a compensar els aspectes que produeixen pèrdues són, en aquest cas, molt menors, perquè s'ha ajustat el procés als criteris d'excel·lència en l'eliminació de pèrdues de productivitat, seguint les pautes que les eviten, anteriorment exposades. Tot i així, no s'ha pretès reduir a zero les pèrdues —cosa que hagués suposat una actitud molt arrogant i poc realista— excepte quan sigui possible, com en el cas dels transports dels lots, que ni són

lots (el material es mourà unitat a unitat), ni pràcticament hi haurà transport i, menys encara, pèrdues en el transport. Amb aquestes dades, la taula 4 mostra el desenvolupament del procés i els resultats obtinguts, i ajusta tots els aspectes precisos als criteris d'excel·lència en la gestió.

El lot a processar segueix sent de 1.000 unitats (per a millor comparació amb el plantejament anterior), però el producte es mou d'unitat en unitat, en un flux compacte, regular i ininterromput cap al client, en el qual cada operació està molt a prop de la següent, sense necessitat d'un autèntic transport, ni d'operar en lots. La qualitat està assegurada en cada activitat i, per tant, el producte que, una vegada processat, és transferit, no requereix controls de qualitat. A l'actualitat, aquesta exigència es cobreix en les empreses *lean*, incorporant sistemes que impedeixin que les màquines processin productes incorrectament (*Jidoka*) o els treballadors cometin errors (dispositius *poka-yoke* o antierror) i, en els casos que això no sigui possible, mitjançant autocontrol a cada lloc i per a cada unitat de producte.

Per tot això, el procés que ara ens ocupa acaba amb les nou activitats de la taula 4 i amb sols dos llocs de treball. Això és així perquè les dues operacions es troben prou equilibrades (una, amb un temps de cicle de 70 segons i l'altra de 72, és a dir, gairebé al mateix ritme i amb un flux molt regular); si no hagués estat així, potser haguéssim necessitat dos llocs de treball en l'operació més lenta. A més, gràcies a aquest equilibri entre les capacitats dels dos llocs i que el material no es mou en lots, aquest no s'acumula pràcticament enlloc. Per això, els nivells d'estoc també són molt baixos (tan sols una lleugera acumulació fruit del petit desequilibri entre els temps de cicle de les dues operacions).

Actív.	Descripció de l'activitat	Temps (seg.)	+ Pèrdues productiv.	Unit. Lot	Temps de cicle	Lloc num.	Estoc mitjà
1	Disposar un rotlle de fleix d'acer a la màquina de tallar	150	153	L			
2	Posicionar el fleix d'acer en la màquina per tallar	25	26	U			
3	TALL (per a obtenir la peça aïllada amb els seus traus)	15	19	U			
4	Treure la peça tallada	20	23	U	70	1	1
5	Deixar peça tallada en alimentació premsa d'embotir ₁ (*)	10	10	U			
6	Peces en cua (FIFO) en alimentació premsa d'embotir	15	16	U			
7	Posicionar la peça en la premsa d'embotir	25	26	U			
8	EMBOTIR mitjançant la premsa	20	25	U	72	2	1
9	Treure peça embotida i disposar-la en contenidor	20	21	U			

Productivitat mitjana per hora treballada: 3.600 / Suma temps de cicle = 25

Taula 4: Determinació dels paràmetres del procés, d'acord amb el model /lean.

Com a conseqüència de tot això, el procés resulta ara tenir uns nivells de productivitat i de competitivitat molt superiors als del plantejament tradicional.

La taula 5 mostra la comparació dels resultats dels dos plantejaments de gestió dels processos efectuats. Vegem el significat de cadascun dels aspectes comparats i la comparació pròpiament dita.

Aspecte a comparar	Tradicional	Lean	Millora
Temps total de lliurament de la primera peça (hores)	104	0,04	99,96%
Temps total de lliurament del lot complet (hores)	104	20	81%
Temps per peça per al càlcul del cost (seg.)	351	142	60%
Nombre total de llocs de treball	5	2	60%
Volum total d'estocs permanent mitjà (peces)	2.919	15	99,50%
% de tasques amb valor afegit sobre el total	10%	22%	122%

Taula 5: Comparació dels resultats de les dues implantacions realitzades.

- 1) El temps total mitjà de lliurament de la primera unitat de producte és el del lot complet, ja que les peces avancen amb el lot al llarg del procés. Aquest temps, no és altre que la suma dels temps de la columna «Temps més pèrdues de productivitat». Aquest temps és una mitjana, ja que les pèrdues no es donaran d'una forma regular. En total, com pot observar-se, aquest temps sobrepassa de 104 hores en la implantació tradicional, a menys d'una per a la implantació *lean*, encara que en el primer cas es lliura el lot complet. En qualsevol cas hi ha una millora superior al 99%.
- 2) El temps total de lliurament del lot complet és, com acabem de dir, el mateix que el de la primera peça per al cas de la implantació tradicional (104 hores), per a reduir-se a 20 en la implantació *lean*, amb una millora del 81%.
- 3) El temps computable per a determinar el cost de cada peça és, com resulta lògic, la suma dels temps de cicle de les diverses activitats per les quals discorre cada unitat de producte; en el primer cas serà de 351 segons, en el que, com es pot observar, els temps de cua no han estat inclosos en el cost / peça, tot i que sens dubte resulten improductius. Amb la implantació *lean* s'han reduït a 142 segons, amb una millora del 60%.
- 4) El nombre de llocs de treball ha passat de 5 a 2, amb una reducció del 60%.

- 5) L'estoc total mitjà de producte en curs és de 2.919 peces de diferent tipus, per a la implantació tradicional, obtingudes sumant només les que es troben presents en les diferents operacions. De les que es troben en cua s'ha calculat la mitjana, ja que no sempre hi haurà peces en cua: així, el primer lot es troba 20.000 segons en cua, però arriba un lot cada 59.940 segons (el temps que triga en processar-ho l'operació que l'hi envia), cosa que significa que hi haurà un lot de 1.000 peces, només una fracció del temps ($20.000 / 59.940$) i aquesta és la fracció del lot que hem considerat com estoc mitjà en aquest tipus d'activitat. La implantació *lean* implica tan sols un total de 15 unitats de producte en estoc, cosa que suposa una reducció superior al 99%.
- 6) Finalment, s'ha passat —amb la millora efectuada fins a ara— d'un 10% d'activitats amb valor afegit, a un 22%, cosa que suposa un augment del 122%.

6. Conclusions

Tots els aspectes que hem pogut analitzar, comparant els resultats entre el model tradicional de gestió i el *lean management*, han resultat millorats amb aquest últim, encara que si alguns destaquen de forma especial són els corresponents a la rapidesa en el lliurament de les primeres unitats (i, de fet, de totes elles) i la reducció d'estoc, en ambdós casos, amb una millora que supera el 99%. Destaquem també la millora en el temps de procés que repercuteix en el cost del producte (60%) i, tot això, amb un nombre molt menor de treballadors! (60% reducció).

Per altra banda, aquestes millores es refereixen a la majoria de les que, en aquest mateix estudi, hem considerat exigències de la competitivitat, cosa que ens permet comprovar que el model de gestió *lean* és, de bon tros, més competitiu en tots els aspectes.

Tot i així, existeix molt marge per a la millora encara, cosa que queda clara en observar que el percentatge d'activitats que aporten valor per al client, solament ha millorat del 10% al 22%. Això no ens impedeix confirmar que el canvi que hem efectuat ha llançat resultats espectaculars.

Tot això ha estat possible perquè el model de gestió tradicional dels processos, al fer èmfasi en la productivitat aïllada de cada operació duu, irònicament, a generar importants pèrdues precisament en la productivitat, que l'enfocament de gestió *lean* no genera per la seva pròpia filosofia i

forma d'operar. Recapitulant, les pèrdues més importants de productivitat en els sistemes tradicionals, són les següents:

- Avaries, malfuncionament i aturades tècniques en els equips de producció, en la mesura que no hagi un adequat manteniment preventiu.
- Preparacions i ajustaments massa llargs («compensats» amb la grandària del lot).
- Espera de mitjans de transport.
- Temps destinat al transport i manipulació de peces a causa de les implantacions de tipus funcional típiques de la gestió tradicional.
- Cues de material per a ser processat en un lloc de treball, pèrdua que s'arriba a provocar deliberadament en les implantacions de tallat tradicional.
- Operativa en lots grans que generen estoc i esperes, ambdós en gran quantitat.
- Aturades i esperes per desequilibris entre operacions a causa de la gestió independent de cada operació.
- Sobreprocessament i absència d'organització propis de l'operativa en grans lots.
- Defectes de qualitat reparables, que han de reprocessar-se o sense possibilitat de recuperació que obliguen a rebutjar el material.
- Finalment, vull insistir que l'estoc, tan present en les seves múltiples formes en les implantacions de tallat convencional, suposen, sens dubte, una pèrdua de productivitat des de molts punts de vista (valor del material, espai que ocupa, inversions que requereix, personal al seu càrrec, material que es converteix en obsolet, etc.).

Així doncs aquest ampli ventall de pèrdues, que suposen un llast per a la productivitat real, pot arribar a adquirir grans proporcions i es dona de forma sistemàtica en les implantacions tradicionals «en massa» dels processos, mentre que el *lean management* està basat en uns principis que les eviten, una a una, totes elles.

Referències bibliogràfiques

- ASKIN, R, GOLDBERG, J. (2001) *Design and analysis of Lean Production*, Albazaar, Londres.
- CUATRECASAS, L. (2006) *Claves del Lean Management*, Gestió 2000, Barcelona.
- HALL, R. (1992) *Zero Inventories*, Dow Jones-Irwin, Londres.
- HARMON, R. i PETERSON, L. (1990) *Reinventing the factory*, The Free Press, Nova York.
- HYER, N. i WEMMERLÖV, U. (2002) *Reorganizing the factory*, Productivity Press, Nova York.
- LANE, G. (2007) *Excelling in high-mix, low-volumen environment*, Productivity Press, Nova York.
- LIKER, JEFFREY K. (2004) *Las claves del éxito de Toyota*, Gestió 2000, Barcelona.
- OHNO, T. (2001) *Workplace Management*, Productivity Press, Nova York.
- SHAH, R. i WARD, P.T. (2002) «Lean manufacturing context, practice bundles, and performance», *Journal Of Operations Management*, vol. 21(2), pp.129-149.
- SUZAKI, K. (2000) *The New Manufacturing Challenge*, The Free Press, Londres.
- WOMACK, J.P. (2005) *Lean Thinking*, Simon & Schuster, Nova York.