

Eines de Progrés

Canvi ràpid d'utilitatges (SMED)

BIBLIOTECA DE CATALUNYA. DADES CIP

Canvi ràpid d'utilitatges (SMED). - (Guies i eines de suport a la innovació. Eines de progrés)

A la portada: Catalunya innovació. - Bibliografia

I. Centre Cim/ICT-UPC II. Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (Catalunya) III. Títol: Catalunya innovació IV. Col·lecció:

Guies i eines de suport a la innovació. Eines de progrés

1. SMED (Sistema) - Manuals, guies, etc. 2. Producció - Direcció i administració - Manuals, guies, etc. 3. Maquinària - Manteniment i reparació

658.563

El text pot ser reproduït totalment o parcialment després d'haver obtingut prèviament l'autorització del Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM).
Es reserven tots els drets del disseny gràfic i artístic.

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

Continguts elaborats per: Centre CIM
Coordinat per: CIDEM
Disseny i realització: CIDEM

1a edició: octubre de 2004
Edició: 1.500 exemplars
Dipòsit Legal B-xx.xxx-xx

Eines de Progrés

Canvi ràpid
d'utilitatges
(SMED)

Canvi ràpid d'utillatges (SMED)

Índex

SMED	5
Què és?	
Per a què serveix?	
1. PROBLEMÀTICA DE LA PRODUCCIÓ DIVERSIFICADA	6
El problema dels lots petits	
El sistema SMED i la mida del lot	
<i>Primer exemple: 5 hores de preparació</i>	
<i>Segon exemple: 10 minuts de preparació</i>	
2. PRINCIPIS BÀSICS DE LA TÈCNICA SMED	11
3. GESTIONAR LES OPERACIONS DE PREPARACIÓ DE LA MÀQUINA	12
Utilitzar una llista de comprovació	
Fer comprovacions funcionals	
Millorar el transport d'utillatges i eines	
4. CONVERTIR LA PREPARACIÓ IMPRODUCTIVA EN PRODUCTIVA	14
Escalfament de motlles	
Canvi de matrius en una premsa	
Canvi d'utillatges d'un centre de mecanització	
5. MILLORAR TOTES LES OPERACIONS DE PREPARACIÓ	18
Estandardització de funcions	
Posar en marxa operacions en paral·lel	
Utilitzar ancoratges ràpids	
Reduir el temps d'ajustatges	
Utilització d'automatismes	
6. RESUM DEL SISTEMA SMED	25
7. BENEFICIS PER L'EMPRESA I ELS TREBALLADORS	26
8. BIBLIOGRAFIA	27

SMED

Què és?

SMED (Single-Minute Exchange of Die) és una tècnica per reduir considerablement el temps de preparació de màquines i de canvi d'utillatges. L'esperit del sistema SMED és aconseguir reduir aquests temps a menys de 10 minuts (traducció de Single-Minute Exchange of Die). Aquesta tècnica va ser desenvolupada per Shigeo Shingo.

L'operació de canvi d'utillatges i preparació de màquina comporta uns temps improductius elevats. El sistema SMED permet reduir força els temps necessaris per fer les operacions de preparació i canvi d'utillatges.

Per a què serveix?

L'aplicació de la filosofia i de les tècniques del sistema SMED serveix per reduir els temps de canvi d'utillatges i de preparació de màquines, cosa que permet a l'empresa:

- reduir els lots
- reduir els costos
- reduir els temps de lliurament

amb tots els beneficis que això comporta.

1. Problemàtica de la producció diversificada

La demanda està canviant. Cada vegada més, les empreses han de respondre a **comandes petites i molt variades**, a diferència del que s'esdevenia en el passat (gran volum i poques referències). Per respondre correctament a aquests nous requeriments de la demanda, l'empresa ha de ser molt **flexible**, disposar d'un **termini de lliurament curt** i tenir un **cost de producte baix i competitiu**. És a dir, cada cop més, les empreses tenen la necessitat d'afrontar el que s'anomena "producció diversificada": produccions baixes d'una gran quantitat de referències.

El problema dels lots petits

La producció diversificada per si mateixa ha representat un problema, perquè normalment la solució, a fi d'afrontar-la, ha estat la realització de **lots petits**, cosa que provoca un **augment del cost del producte**, a causa del nombre més gran de preparacions de màquina que es requereix.

El problema de fabricar lots petits és que el temps de preparació en alguns casos fins i tot pot superar el temps de fabricació del lot (*taula 1*), com succeeix en el cas 2. En qualsevol cas, a l'hora de calcular el cost del producte i de definir el termini de lliurament, el cost del temps de preparació amb la màquina aturada s'ha de sumar al cost de fabricar la peça.

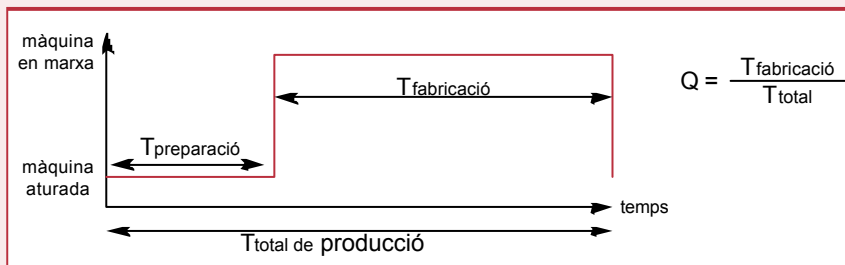
$$T_{\text{producció}} = T_{\text{prep}} + (\text{mida del lot}) \times T_{\text{fabricació/peça}}$$

	Mida del lot	T _{prep} (min)	T _{fabricació/peça} (min/peça)	T _{producció} (min)
Cas 1	5.000	300	0.25	1.550
Cas 2	500	300	0.25	425

Taulela 1. Exemple de dos casos de càlcul del temps de producció; en el segon cas el temps de preparació de màquina supera el temps de fabricació del lot

Per tant, té una importància cabdal minimitzar al màxim possible aquest temps improductiu de preparació, per la doble conseqüència que comporta: baixada dels costos i reducció del termini de lliurament.

En el *Gràfic 1* es representa el problema de fabricar lots petits quan el temps de preparació de màquina és elevat. L'objectiu és aconseguir que Q s'apropi a 1.



Gràfica 1. Distribució del temps total de fabricació d'un lot

El sistema SMED i la mida del lot

Primer exemple: 5 hores de preparació

Doncs bé, el sistema SMED el que procura és minimitzar al màxim possible el temps improductiu de preparació.

Però, per què és tant important reduir el temps de preparació? Bàsicament perquè **quan el temps de preparació és baix, la mida del lot no afecta gaire el cost del producte**, amb l'increment consegüent de flexibilitat.

Aquesta afirmació es pot demostrar amb la comparació de dos exemples representatius de la fabricació per lots d'una peça.

En el primer exemple, considerarem que una peça es fabrica en una màquina que té un temps de preparació de 5 hores. El temps de fabricació dins de la màquina per peça és d'1 minut.

En el segon exemple, s'han millorat les operacions de preparació i es fan en 10 minuts. El temps de fabricació dins de la màquina per peça és el mateix que al primer exemple, o sigui, 1 minut.

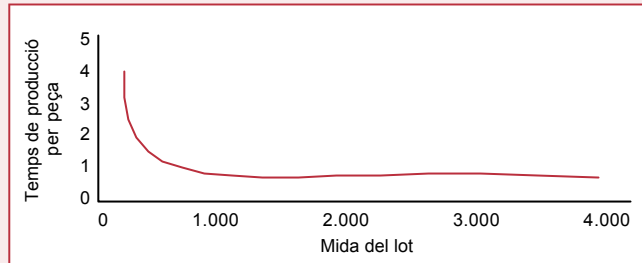
En aquest primer exemple, la mida del lot afecta molt el temps total de producció. Això és el que es representa en la Taula 2.

En aquesta taula s'han considerat diverses mides del lot i s'han calculat els temps totals de produir una peça, que són la suma dels temps de preparació i dels temps de fabricació.

Mida del lot	T _{prep} (min)	T _{fabricació/peça} (min/peça)	T _{producció} (min)
100	300	1	4
1.000	300	1	1,3
2.000	300	1	1,15
4.000	300	1	1,08
8.000	300	1	1,04

Taula2. Reducció del temps segons la mida del lot quan el temps de preparació és de 5 hores

Si es representa gràficament la corba que relaciona la mida del lot amb el temps de producció per peça, Gràfic 2, es pot apreciar que, aproximadament a partir de 2.000 peces per lot, la reducció del temps que s'aconsegueix es pot considerar menyspreable en la majoria de produccions.

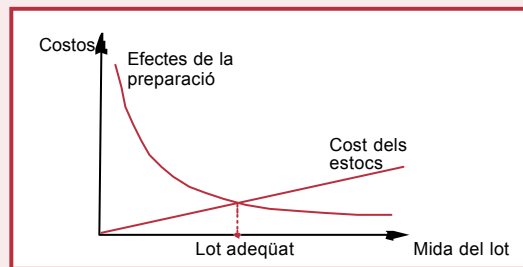


Gràfic 2. Corba de mida del lot - temps de producció per peça, quan el temps de preparació és de 5 hores

Com més llarg sigui el temps de preparació d'una operació, més efectius són els resultats d'augmentar la mida del lot. Però, com ja s'ha comentat, aquesta solució és contrària a les tendències actuals de la demanda (lots petits i moltes referències).

D'altra banda, augmentar la mida del lot implica tenir estocs grans, i aquests estocs grans comporten costos d'emmagatzematge, de transport, d'espai i d'obsolescència, entre d'altres.

Tenint en compte totes aquestes variables internes, quin és el lot òptim? En el Gràfic 3 es mostra com trobar el lot adequat a partir de la corba que representa els efectes de la preparació i de la recta que representa els costos dels estocs (que podem considerar lineal).



Gràfic 3. La mida del lot adequat

El gràfic mostra que el fet de tenir un temps de preparació elevat força la utilització de lots elevats si l'empresa vol optimitzar els seus costos.

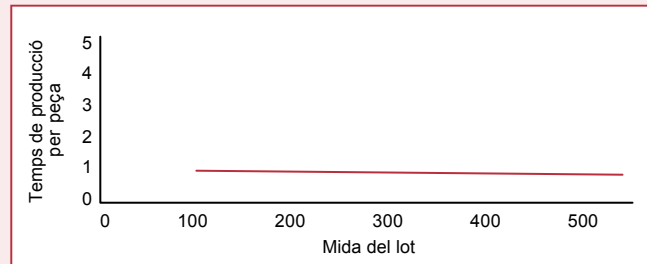
Segon exemple: 10 minuts de preparació

En aquest segon exemple, amb la reducció del temps de preparació, que és l'objectiu bàsic que persegueix la teoria del sistema SMED, s'aprecia que la mida del lot no afecta tant el temps total de producció com afectava en el primer exemple.

Mida del lot	T _{prep} (min)	T _{fabricació/peça} (min/peça)	T _{producció} (min)
100	10	1	1,1
1.000	10	1	1,01
2.000	10	1	1,005
4.000	10	1	1,003
8.000	10	1	1,001

Taula 3. Reducció del temps segons la mida del lot quan el temps de preparació és de 10 minuts

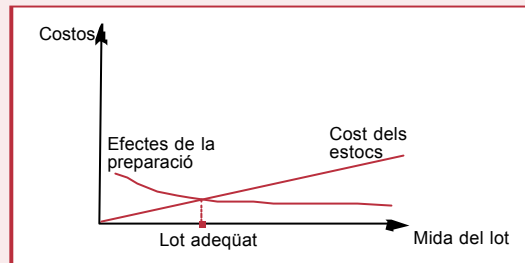
Si es representa gràficament la corba que relaciona la mida del lot amb el temps de producció per peça, quan el temps de preparació és de 10 minuts, s'obté el Gràfic 4.



Gràfica 4. Corba de mida del lot - temps de producció per peça, quan el temps de preparació és de 10 minuts

Com es pot apreciar, la mida del lot no té un impacte tan gran com en el Gràfic 2, a partir d'un lot de 200 unitats aproximadament, ja no es redueix gairebé gens el temps total de fabricació de la peça.

En aquesta nova situació es pot tornar a representar la corba dels efectes de la preparació i la recta dels costos per trobar el nou lot adequat quan el temps de preparació és petit. El resultat és el que es mostra en el Gràfic 5: no tan sols s'aconsegueix disminuir la mida del lot, sinó també els costos del producte.



Gràfic 5. La mida del lot adequat quan el temps de preparació és petit

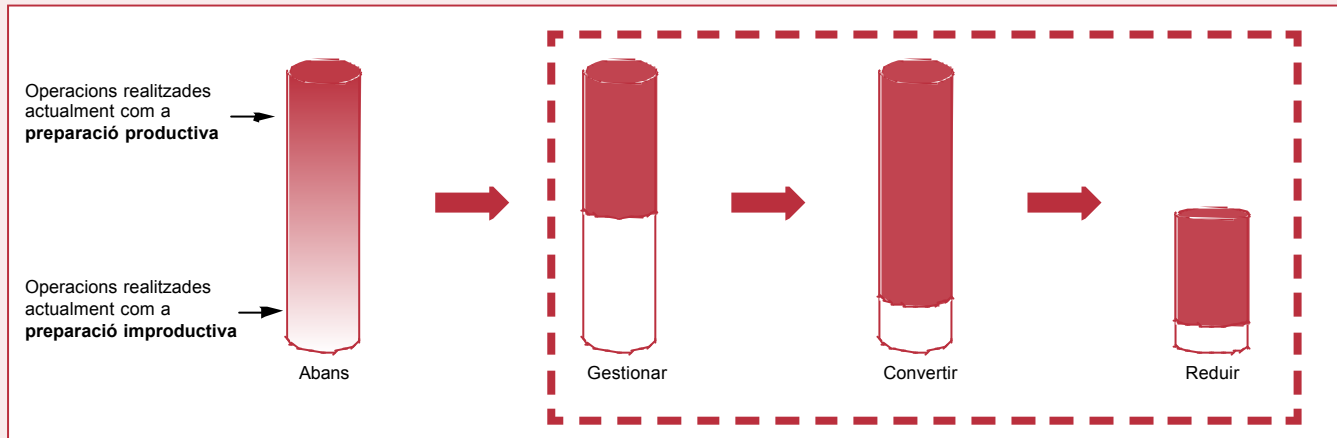
Així doncs, queda clar que, **quan el temps de preparació és baix, la mida del lot no afecta gaire** el temps de producció per peça, molt relacionat amb el **cost del producte**.

Reduir el temps que es triga a preparar la maquinària i canviar els utilitatges (**temps de preparació**) permet **disminuir els costos** del producte, **produir amb lots petits** i **reduir el termini de lliurament**.

2. Principis bàsics de la tècnica SMED

El sistema SMED està dividit en tres tasques que es realitzen seqüencialment (Gràfic 6):

- **Gestionar** les operacions de preparació de màquina.
- **Convertir** les operacions de preparació improductives en productives.
- **Millorar** totes les operacions de preparació.



Gràfic 6. Fases de l'aplicació del sistema SMED

El temps de preparació és elevat a causa de la falta d'utilatges o eines no previstes, defectes dels utilatges o les eines, verificacions inadequades, etc., és a dir, a causa de la **falta de previsió i organització** de tots els elements necessaris, que produeixen retards en les operacions provocant que la **màquina estigui aturada**.

Abans d'explicar algunes tècniques i exemples del sistema SMED, pot ser d'ajuda aclarir les passes que se segueixen tradicionalment en un procés de preparació de màquines:

1. Preparació del nou procés: ajustatges postprocés, comprovació d'eines, utilatges, etc.
2. Muntatge i desmuntatge d'utilatges, eines, etc.
3. Mides i calibratges
4. Ajustatge de la maquinària al nou procés: proves i ajustatges

D'aquests quatre grups d'accions que es porten a terme, les que requereixen més temps són, d'una banda, la preparació del nou procés i, d'altra banda, l'ajustatge de la maquinària al nou procés.

3. Gestionar les operacions de preparació de la màquina

L'autor del sistema i la bibliografia també anomenen aquesta primera fase com *l·listar, definir i separar les operacions de preparació*.

La primera tasca que s'ha de fer es crear una llista amb la definició de totes les operacions necessàries per preparar la màquina. Cadascuna de les operacions s'ha de classificar com operació de preparació improductiva o com operació de preparació productiva, segons les següents definicions:

- Les operacions de **preparació improductiva** són totes les accions de preparació i manteniment d'utilitatges i eines i d'ajustatge d'utilitatges que es poden fer mentre la màquina està aturada.
- Les operacions de **preparació productiva** són totes les accions de preparació i manteniment d'utilitatges i eines i d'ajustatge d'utilitatges que es poden fer mentre la màquina està funcionant, és a dir, produint.

La tasca més important d'aquesta fase és garantir que les operacions classificades a la llista com productives es realitzin realment amb la màquina en marxa. Per aconseguir això, es proposen les següents tres accions molt intuïtives i efectives:

- Utilitzar una llista de comprovació.
- Fer comprovacions funcionals.
- Millorar el transport d'utilitatges i eines.

Utilitzar una llista de comprovació

Una **llista de comprovació** és un document en el qual s'indiquen totes les passes i els utensilis necessaris per executar l'operació. **L'objectiu de la llista és evitar que falti cap peça o eina.**

A la llista es pot posar el codi de la peça, el seu nom, el nombre necessari, les seves dimensions i qualsevol altra variable o mesura que es vulgui comprovar. (Taula 4)

Més senzill que una llista és una plantilla de comprovació, sobre la qual es tracen els dibuixos de totes les peces i les eines necessàries per a la preparació amb el seu nom corresponent. És un sistema visual per comprovar d'una manera ràpida que no hi falta res, però ocupa un espai inutilitzat durant alguns períodes de temps.

Tant si es tria una opció com l'altra, o totes dues opcions, és molt important que siguin creades específicament per a cada parell màquina-peça. No és recomanable utilitzar una mateixa llista per a totes les màquines de la fàbrica.

Llista de comprovació per la peça 02060: màquina MX400Tn					
	Nom	Especificació	Nº	Dim.	Observacions
0	U-32	Utillatge U-32	1	430x250	
1	P-D10	Passadors	4	10	Alinear amb la placa inferior
2	U-Mart	Martell	1	-	
3	C-371-12	Cargol Rosca ISO	6	M12x40	
4	U-CR	Cargoladora pneumàtica	1	-	Cargolar (par 5,5 N·m)
5	U-CA	Clau anglesa	2	-	Només si falla la U-CR
6	U-G27	Galga	1	2	Comprovar separació entre plaques
7	U-R30	Regle	1	-	Comprovar altura final
...					

Taula 4. Exemple de taula de comprovació

Fer comprovacions funcionals

Amb una llista com l'anterior no hi faltarà res, però no tindrem la seguretat que tot està en bones condicions. Per tant, és necessari marcar un **manteniment periòdic** segons les funcions de cada eina o utilatge.

A la llista anterior s'han d'incloure les especificacions del manteniment de les peces, les eines o els utilatges que així ho requereixin.

Per exemple, és molt habitual que després de muntar una matriu a la premsa s'hagi de tornar a desmuntar perquè s'ha de reparar, i a més a més del temps de desmuntatge s'ha de sumar el temps de reparació i el temps de tornar-la a muntar.

L'objectiu del manteniment periòdic és eliminar els temps no previstos amb màquina aturada provocats per utilatges o eines defectuoses.

Millorar el transport d'utilatges i eines

Totes les operacions de transport s'han de fer mentre la màquina està produint. Això vol dir que:

- El **transport des del magatzem fins a la màquina** dels utilatges i les eines necessàries per al lot següent s'ha de fer **abans que finalitzi el lot anterior**.
- El **transport des de la màquina fins al magatzem** dels utilatges i les eines del lot anterior s'ha de fer **una vegada ha començat el lot següent**.

Aplicar aquesta tècnica obliga a disposar d'un espai a prop de la màquina on romandran les eines i els utilatges que s'han de fer servir immediatament.

Amb aquestes tres accions de la primera fase del sistema SMED s'acostuma a reduir més del 60% el temps de màquina aturada. Aquesta reducció s'aconsegueix simplement fent les operacions quan toca i pràcticament no requereix inversió.

D'altra banda, cal tenir clarament definides totes les operacions que són productives i totes les que són improductives, per tal de poder aplicar les tècniques de les fases següents del sistema SMED.

4. Convertir la preparació improductiva en productiva

Un cop s'ha aconseguit definir i separar les operacions de preparació, s'han de **convertir** les operacions improductives en productives mitjançant la preparació per avançat de les condicions de l'operació.

No hi ha cap metodologia per aconseguir aquesta conversió. L'enginy i l'experiència són els mitjans que tenim per fer possible la conversió.

Aquesta fase normalment requereix una inversió més gran que l'anterior, però depenent del nostre enginy serà més o menys elevada.

S'exposen tres exemples que pretenen mostrar solucions utilitzades en tres camps genèrics molt diferenciats:

- Escalfament de **motlles**
- Canvi de **matrius** en una premsa
- Canvi **d'utilitatges** d'un centre de mecanització

Escalfament de motlles

L'escalfament de motlles és una operació de preparació que tradicionalment s'ha realitzat com a improductiva, i que actualment moltes empreses ja la fan com a productiva.

El mètode tradicional consisteix a escalfar el motlle gradualment mitjançant la injecció de peces defectuoses.

El mètode, aplicant el sistema SMED, consisteix a escalfar el motlle fora de la màquina d'injectar.

Els beneficis de l'aplicació del sistema SMED en l'escalfament de motlles són:

- **Eliminació** o reducció del **temps improductiu** d'escalfament del motlle.
- Injecció de **peces bones** des de la primera colada.

	Mètode tradicional	Mètode aplicant SMED
Preparació productiva	1er. Col·locar el motlle al costat de la màquina d'injectar	1er. Col·locar el motlle al costat de la màquina d'injectar 2on. Escalfar el motlle mitjançant qualsevol tipus d'energia calorífica
Preparació improductiva	2on. Col·locar el motlle a la màquina d'injectar 3er. Escalfar el motlle mitjançant la injecció de peces (defectuoses)	3er. Col·locar el motlle a la màquina d'injectar 4rt. <i>(Acabar d'escalfar el motlle mitjançant la circulació d'aigua calenta)</i>

Taula 5. Operacions que es realitzen per escalfar un motlle

Canvi de matrius en una premsa

El canvi convencional de matrius en una premsa implica moltes operacions. Aquestes operacions es podrien classificar en els grups següents:

1. Portar la nova matriu al costat de la premsa des del magatzem
2. Alliberar i extreure la matriu actual de la premsa, i deixar-la al costat
3. Col·locar i fixar la nova matriu a la premsa
4. Ajustar la premsa (carrera, velocitat, avanç, etc.)
5. Portar la matriu extreta al magatzem

El mètode tradicional de canvi de matrius requereix fer totes les operacions dels grups 2-4 amb la màquina aturada.

Aplicant millores motivades per la teoria del sistema SMED, les empreses estan utilitzant dues taules mòbils que permeten fixar la nova matriu a una taula mentre l'altra està produint peces a l'interior de la premsa. (Figura 1)

Els beneficis de l'aplicació del sistema SMED al canvi de matrius són:

- Conversió de part de l'operació de fixació de la matriu a la premsa en operació productiva
- Extracció de la matriu de manera simultània en el temps a la col·locació de la nova matriu

	Mètode tradicional	Mètode aplicant SMED
Preparació productiva	1er. Portar la nova matriu al costat de la premsa des del magatzem	1er. Portar la nova matriu i posar-la a sobre la taula inferior mòbil 2on. Fixar la nova matriu a la taula inferior mòbil
Preparació improductiva	2on. Alliberar i extreure la matriu actual de la premsa 3er. Col·locar i fixar la nova matriu a la premsa 4rt. Ajustar la premsa	3er. Alliberar la matriu actual de la part superior de la premsa 4rt. Canviar la taula inferior mòbil de la premsa 5è. Fixar la matriu nova a la part superior de la premsa 6è. Ajustar la premsa
Preparació productiva	5è. Portar la matriu extreta al magatzem	7è. Alliberar la matriu extreta de la taula inferior mòbil 8è. Portar la matriu extreta al magatzem

Taula 6. Operacions que es fan per canviar una matriu

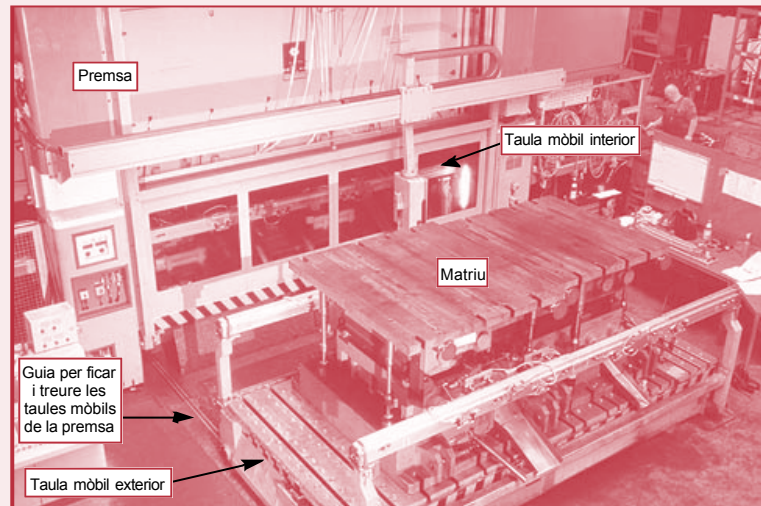


Figura 1. Imatge d'una premsa amb taules mòbils

Canvi d'utilatges d'un centre de mecanització

Les operacions de canvi d'utilatges d'un centre de mecanització s'han fet tradicionalment amb màquina aturada.

Però aplicant el mètode SMED mitjançant la utilització d'un porta útils giratori (Figura 2) es redueixen les operacions que es fan amb màquina aturada.

Els beneficis de l'aplicació del sistema SMED en el canvi d'utilatges a un centre de mecanització són:

- Conversió en operacions productives de totes les operacions de fixació i alliberament.
- Reducció del temps d'extracció i col·locació mitjançant el gir automàtic dels porta útils.

	Mètode tradicional	Mètode aplicant SMED
Preparació productiva	1er. Portar nou utillatge al centre de mecanització	1er. Portar nou utillatge al centre de mecanització 2on. Fixar nou utillatge al porta útils exterior
Preparació improductiva	2on. Alliberar i extreure utillatge actual 3er. Col·locar i fixar el nou utillatge 4rt. Ajustar el centre de mecanització	3er. Canviar el porta útils exterior per l'interior mitjançant el gir automàtic 4rt. Ajustar el centre de mecanització
Preparació productiva	5è. Portar utillatge extret al magatzem	7è. Alliberar l'utilatge del porta útils extret 8è. Portar l'utilatge alliberat al magatzem

Taula 7. Operacions que es realitzen per canviar un utilatge a un centre de mecanització

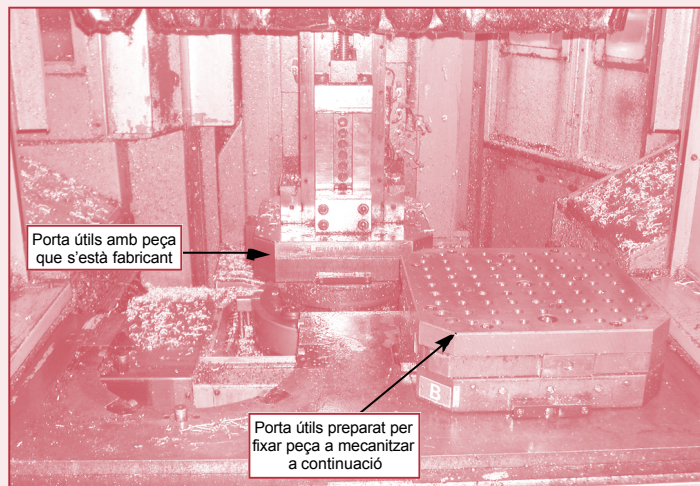


Figura 2. Imatge d'un porta útils giratori d'un centre de mecanització

5. Millorar totes les operacions de preparació

L'última fase del sistema SMED és **millorar** les operacions de preparació de màquina, tant mentre la màquina està en marxa com quan està aturada.

Quan la màquina està en marxa s'han de minimitzar els temps d'emmagatzematge i transport de peces, eines i utillatges, per tal d'eliminar hores improductives.

Hi ha una sèrie d'accions que ajuden a aconseguir reduir el temps mitjançant la darrera fase del sistema SMED. Aquestes accions són:

- **Estandarditzar** funcions.
- Posar en marxa **operacions en paral·lel**.
- Utilitzar **ancoratges ràpids**.
- **Reduir els temps d'ajustatges**.
- Utilitzar **automatismes**.

Estandardització de funcions

L'estandardització de funcions es fonamenta en la **normalització de les mides funcionals**, és a dir, de les mides de les peces implicades en les operacions de preparació.

La metodologia per aplicar aquesta tècnica és:

- Analitzar les funcions una per una.
- Descompondre cada funció en operacions bàsiques, com ara: centrar, agafar, mantenir i alliberar.
- Definir les operacions bàsiques que cal estandarditzar.
- Definir les peces implicades en cada operació bàsica.
- Definir els canvis de cadascuna de les peces.

Exemple: estandardització de l'altura d'alimentació d'una matriu.

Tradicionalment, cada matriu, depenent de la seva mida, té una altura d'alimentació determinada. Cada vegada que es canvia de matriu s'ha d'ajustar l'alimentador a l'altura de la nova matriu. Aquest ajustatge requereix un temps que es pot eliminar si totes les matrius tenen la mateixa altura d'alimentació, independentment de les seves mides.

L'ajustatge de l'altura d'alimentació s'aconsegueix mitjançant l'estandardització de les altures de plaques en el disseny, o mitjançant la col·locació de suplementes per calçar la matriu. De la mateixa manera, també es pot ajustar l'altura de fixació. (Figura 3)

Moltes empreses també estan estandarditzant l'altura de la matriu tancada amb el mateix objectiu d'eliminar ajustatges amb la màquina aturada.

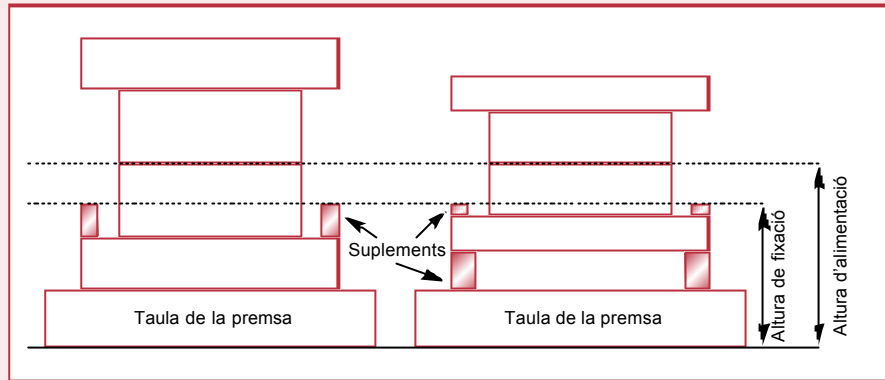


Figura 3. Estandardització de l'altura de fixació i d'alimentació de matrius

Posar en marxa operacions en paral·lel

Les preparacions en màquines grans es divideixen en un conjunt d'operacions que poden ser realitzades per una persona o per diverses persones. L'objectiu d'aquest mètode és fer les operacions en paral·lel entre diverses persones per reduir el temps total de preparació.

Per fer-ho cal dividir en tasques l'operació de preparació, i per a cada tasca s'ha de definir:

- **Temps.** El temps necessari per portar a terme la tasca.
- **Recursos necessaris.** Normalment una tasca la pot fer un únic recurs, però hi ha tasques, com ara les de transport, que possiblement requereixen dos recursos.
- **Posició del recurs.** Posició relativa del recurs respecte a la màquina, una dada que s'utilitzarà per minimitzar els moviments dels recursos.
- **Restriccions de precedència.** Hi ha operacions que són necessàries per fer-ne unes altres, i això s'ha de tenir en compte.

Amb aquestes dades s'han de trobar operacions que es puguin fer simultàniament amb l'objectiu d'arribar a una solució com la que es mostra en la Taula 8.

Tasca	Temps (seg)	Recurs 1	Recurs 2
1	15	Baixar la corredora fins al punt mort inferior	Preparar-se per retirar pern del darrere
2	20	Retirar pern de muntatge del davant que fixen l'utilatge superior	Retirar pern de muntatge del darrere que fixen l'utilatge superior
3	30	Elevador fins al punt mort superior	Desconnectar commutador de la premsa
4	20	Retirar fixacions de muntatge de la taula	Afluixar pern de muntatge que fixen l'utilatge inferior
5	60	Moure suports de la taula	Retirar pern de muntatge
6	20	Enganxar cable per al transport de l'utilatge	Enganxar cable per al transport de l'utilatge
7	20	Elevador	Moure utilatge per al muntatge
8	30	Posicionar utilatge	Posicionar utilatge
...			

Taula 8. Taula d'operacions en paral·lel per canviar l'utilatge d'una premsa

En el cas de màquines perilloses, s'ha de treballar amb seguretat. Una opció és instal·lar un mecanisme de bloqueig que previngui la posada en marxa de la màquina fins que els recursos hagin accionat un interruptor.

Un exemple típic de canvis ràpids en què treballen diversos recursos a la vegada és el canvi de pneumàtics i el repostatge a la Fórmula 1.

Utilitzar ancoratges ràpids

Un ancoratge ràpid i funcional és un mecanisme de subjecció mitjançant el qual els objectes es mantenen fixos al seu lloc amb un **temps i esforç mínims**.

El mètode tradicional adoptat és un pern amb una rosca. Per reduir el temps que es triga a posar la rosca al pern s'ha de reduir el nombre de voltes. Això es pot aconseguir amb un sistema com el de la Figura 4.

Per reduir el temps de posar les rosques als cargols es poden utilitzar cargols com el de la Figura 5 a la dreta. Amb aquest cargol, la centrada és molt ràpida i s'elimina el perill de danyar el principi de la rosca a causa d'una centrada inadequada.

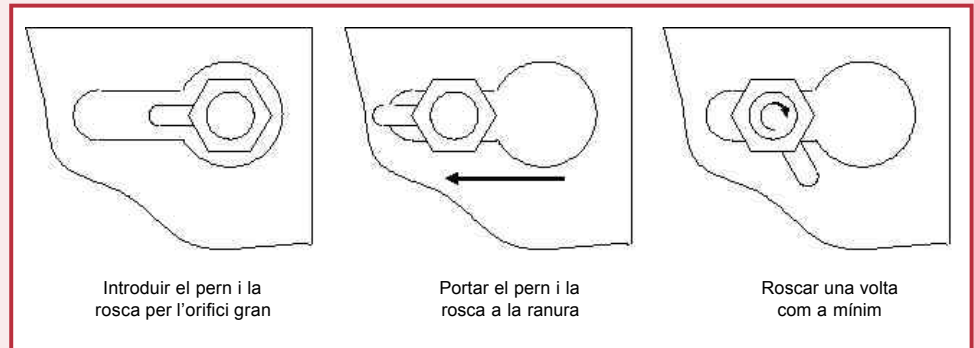


Figura 4. Sistema d'ancoratge en forma de pera

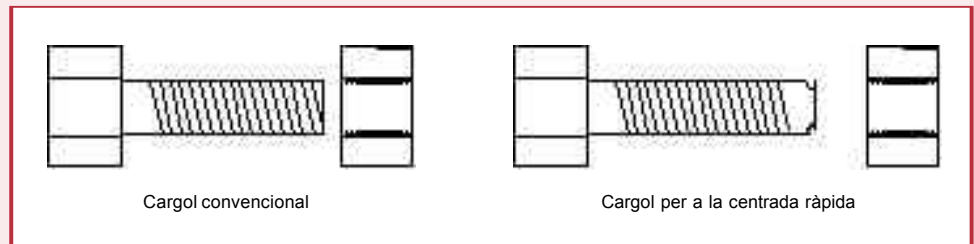


Figura 5. Dos possibles cargols, un de convencional i un per la centrada ràpida

Hi ha altres mètodes per fixar una peça amb un únic moviment:

- Connexions tipus baioneta de mànegues hidràuliques.
- Acoblaments especials per a motlles. En el mercat hi ha connexions per connectar i desconnectar d'una manera ràpida i senzilla els circuits de control en motlles i matrius. (Fig. 6)
- Multi - acoblaments. Són diversos acoblaments com els anteriors, que amb un únic moviment es connecten tots. (Fig. 7)
- Fixació mitjançant molles. Aplicar l'elasticitat de les molles per a l'ancoratge de peces. (Fig.8)
- Passadors que s'autobloquegen per gravetat. Passadors que porten una anella que per gravetat cau i no permet que es puguin sortir. Per treure-ho només s'ha d'alinejar l'anella amb el passador. (Fig. 9)
- Fixació mitjançant sistemes de buit. (Fig. 10)
- Fixació mitjançant sistemes de magnetisme. (Fig. 11B)
- Fixació mitjançant sistemes hidràulics.

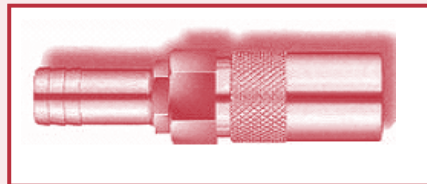


Figura 6. Acoblament per motlles i matrius

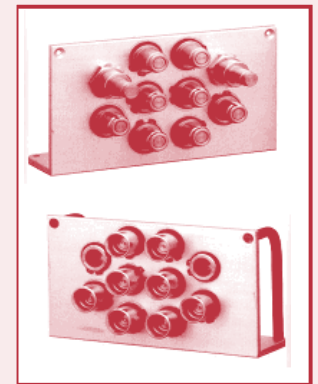
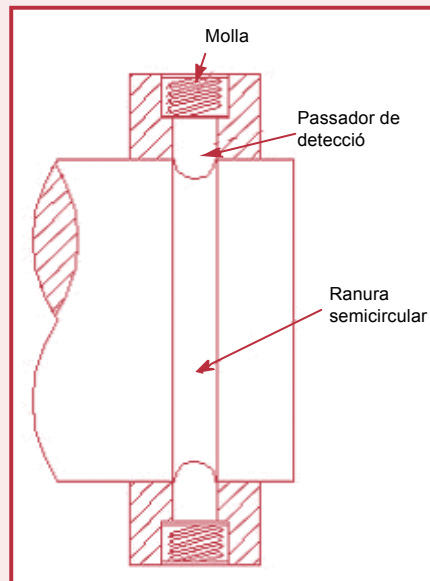


Figura 7. Multi acoblaments

Figura 8. Sistema de fixació mitjançant l'elasticitat d'unes molles

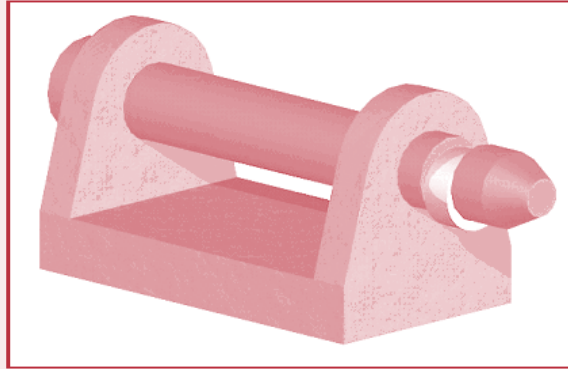


Figura 9. Representació d'una possible utilització d'un passador que s'autobloqueja

Figura 10. Sistema de fixació per taula de buit

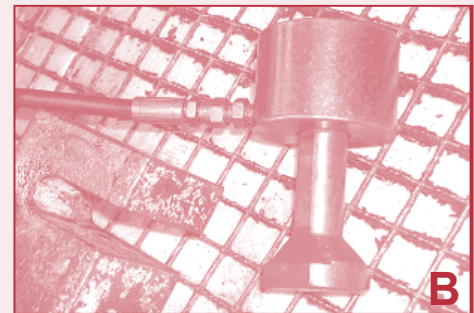
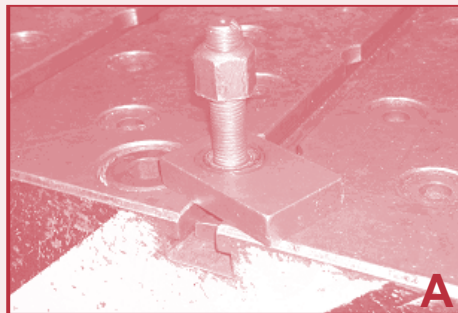
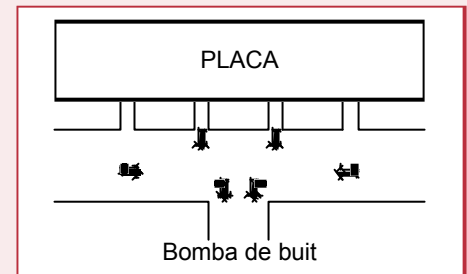


Figura 11. Sistema clàssic (A) i hidràulic (B) de fixació de la matriu a les guies de la premsa

Reduir el temps d'ajustatges

El temps d'ajustatge de l'utilatge és un temps important en la preparació de la màquina i, per tant, s'ha de reduir al màxim.

La solució per aconseguir reduir o eliminar els ajustatges és fer-los mitjançant centradors i topalls.

Per exemple, en la Figura 12 es mostren uns cilindres en forma cònica que s'utilitzen per centrar la matriu a la premsa. La taula inferior de la premsa té diversos forats on es poden posar els cilindres. Aquests cilindres s'han de posar convenientment depenent de la matriu que s'ha de posicionar.

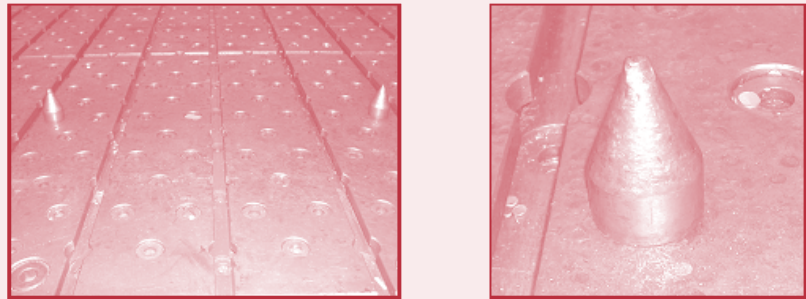


Figura 12. Exemple de centradors a les taules de les premses

Utilització d'automatismes

Quan ja s'ha reduït el temps de preparació improductiu amb els mètodes anteriors (estandardització de funcions, realització d'operacions en paral·lel, utilització d'ancoratges ràpids i funcionals i eliminació d'ajustatges), es pot reduir encara més mitjançant l'ús de sistemes mecànics o elèctrics, com ara:

- Carretons elevadors per a la col·locació i l'alineació dels utillatges a les màquines.
- Taules base de les màquines mòbils que ajudin a fixar els utillatges a les taules amb posicions de treball de l'operari òptimes.
- Transport de gravetat, de corrons, de banda, per al moviment i la col·locació dels utillatges.
- Porta útils giratoris amb un utillatge per banda per a la fixació d'un utillatge per una banda mentre que l'altre utillatge està produint. (Figura 2)
- Politges elèctriques o pneumàtiques per ajudar a pujar i baixar els estris.
- Pistoles de cargolament elèctric per cargolar o descargolar cargols o femelles.

Evidentment, una altra cosa que redueix molt el temps és l'automatització de totes les comunicacions entre els diferents maquinaris / PLCs (robots, premses, màquines d'injectar, controls numèrics, etc.)

Aquesta última fase del sistema SMED és la que requereix una inversió més gran. Depenent de l'objectiu i el pressupost, l'empresa haurà de decidir quines millores fa i quines no.

6. Resum del sistema SMED

La posada en marxa d'aquestes tècniques ha de ser gradual, d'acord amb els objectius de l'empresa. S'ha de començar amb un canvi de mentalitat per gestionar i organitzar totes les tasques necessàries.

En primer lloc, s'han de posar en pràctica totes les solucions que no requereixin inversió. I en segon lloc, l'empresa ha d'estudiar la rendibilitat i la necessitat de portar a terme les solucions que requereixen inversió.

Una vegada aconseguida la realització de les millores, s'ha de continuar el procés de reducció del temps de màquina aturada mitjançant la millora continuada.

Segurament, per a moltes empreses, reduir el temps de màquina aturada a menys de 10 minuts és innecessari, pel tipus de demanda o pel cost que la millora suposa.

La Figura 13, a tall de resum, és una representació gràfica orientativa de l'efecte de cada una de les fases sobre el temps improductiu de l'operació de canvi d'utilatges.

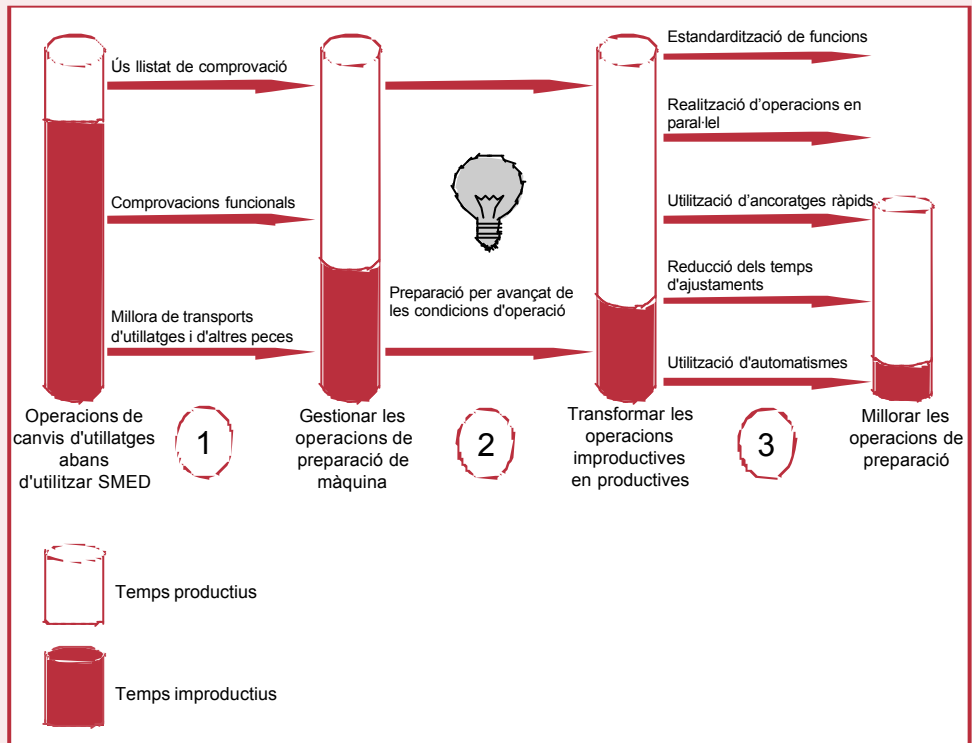


Figura 13. Fases i tècniques de l'SMED

7. Beneficis per a l'empresa i els treballadors

La **reducció del temps** necessari per preparar la maquinària i canviar els utilitatges és un dels camins per aconseguir adaptar la producció de les empreses a les necessitats actuals de la demanda (producció de lots petits i gestió de moltes referències). Aquest és el principal benefici que s'obté mitjançant l'aplicació del sistema SMED, el qual permet a l'empresa entre altres coses:

- Reduir els costos
- Reduir la mida del lot
- Reduir l'estoc
- Reduir els terminis de fabricació
- Augmentar la flexibilitat de la producció
- Augmentar la productivitat

A més a més, quan s'ha utilitzat el sistema SMED per reduir el temps de canvi d'utilitatges, es poden esperar altres efectes col·laterals:

- Reduir el temps dedicat al moviment d'estoc
- Eliminar els estocs no aprofitables
- Augmentar la saturació de treball de la màquina
- Utilitzar la planta més eficientment
- Eliminar els colls d'ampolla en màquines amb temps de preparació elevats
- Simplificar l'àrea de treball
- Millorar la qualitat
- Augmentar la seguretat dels treballadors
- Eliminar l'entrenament i la necessitat de personal qualificat
- Reduir els desplaçaments dels treballadors
- Disminuir la pressió dels treballadors
- Reduir l'esforç físic dels treballadors

Per concloure, tots aquests beneficis comporten una **reducció dels costos**, una **reducció dels temps** i un **augment de la qualitat**, que provoquen una **millora de la competitivitat i del servei de l'empresa**. A canvi, cal fer una inversió, en alguns casos, no gaire elevada, amb un retorn de la inversió a curt termini.

8. Bibliografía

El llibre bàsic redactat pel creador del sistema SMED és:


- **Shingo Shigeo. *Una revolución en la producción: El sistema SMED.*** Madrid: TGP Hoshin-Productivity Press, 1993.

Altres llibres d'interès:

- **Sekine, K.; Arai, K. . *Kaizen para preparaciones rápidas de máquinas.*** Madrid: TGP Hoshin-Productivity Press, 1994.
- **Hirano, H. *5S para todos: 5 pilares de las fábricas visuales.*** Madrid: TGP Hoshin-Productivity Press, 2001.
- **Hirano, H. *El JIT, revolución en las fábricas: una guía gráfica para el diseño de la fábrica del futuro.*** Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción, 1992..
- **Greif, M. *La fábrica visual.*** Madrid: TGP Hoshin-Productivity Press, 1993.

Participants a la iniciativa

ArvinMeritor.

 Generalitat de Catalunya
CIDEM


**CENTRE
TECNOLÒGIC
DE MANRESA**


Comforsa


Chemetall

DELPHI

DOGA


DU PONT

estamp s.a.
CIEMMETALLES

 Escola Tècnica Superior
d'Enginyers Industrials
de Barcelona


GEARBOX

IDIADA

AVON
AUTOMOTIVE
Industrias Flexo, SL

ict

 **INDUSTRIAS USOTORA**

Applus⁺
Certification
Technological Center

Sinter Group
Sintermetal, S.A.

Miba


NISSAN

laver

PEGUFORM

PIRELLI

RIETER Saifa


SEAT


Yorcka


SERNALITO


S. n. o. p.

SPROM

Valeo




Visteon


ZANINI
AUTO GROUP, S.A.

Oficina central

Pg. de Gràcia, 129
08008 Barcelona
Tel. 93 476 72 00
Fax. 93 476 73 00
info@cidem.gencat.net
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
manresa@cidem.gencat.net

Delegació Berguedà

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

Delegació Girona

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

Delegació Lleida

Av. Segre, 7
25007 Lleida
Tel. 973 72 80 00
Fax 973 22 19 38
lleida@cidem.gencat.net

Delegació Tarragona

C/Pompeu Fabra, 1
43004 Tarragona
Tel. 977 25 17 17
Fax 973 25 17 10
tarragona@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
tortosa@cidem.gencat.net