

Eines de Progrés

TPM®

(Total Productive Maintenance)

Manteniment Productiu Total



BIBLIOTECA DE CATALUNYA. DADES CIP

Barba, Enric

TPM : Total productive maintenance = Manteniment productiu total. - (Guies i eines de suport a la innovació. Eines de progrés)

A la part superior de la portada: Catalunya innovació. - Bibliografia

I. Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (Catalunya) II. Títol III.

Títol: Manteniment productiu total IV. Títol: Catalunya innovació V. Col·lec-

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

1. Manteniment productiu total

658.56/.58

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, Indústria, Comerç i Turisme
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

Autor del text literari: Enric Barba

Disseny i realització: CIDEM

1a edició: novembre de 2003

Edició: 3.000

Dipòsit Legal B-50.479-2003

Eines de Progrés

TPM[®]

(Total Productive Maintenance)

**Manteniment
Productiu Total**

TPM [®] - Manteniment Productiu Total

TPM és una marca registrada del Japan Institute of Plant Maintenance (Institut Japonès per al Manteniment de Plantes)

Í n d e x

TPM. Manteniment Productiu Total	5
Metodologia bàsica del TPM: els set “pilars”	12
1. Millora individual	
2. Manteniment autònom	
3. Manteniment planificat	
4. Manteniment per a la qualitat	
5. Gestió de nous equips	
6. Seguretat	
7. Formació	
Resultats	30
Bibliografia bàsica	34

TPM - Manteniment Productiu Total

Què és?

TPM és una metodologia de manteniment que inclou totes les funcions que es desenvolupen a l'empresa amb l'objectiu que els operaris de producció, després de rebre la formació adequada, s'ocupin també de la neteja i de tasques bàsiques de manteniment dels seus equips (*manteniment autònom*), com també de la detecció de problemes potencials.

Aquesta és una solució molt més eficient i econòmica que confiar sempre les tasques a un departament de manteniment centralitzat, perquè molt sovint són els operaris els qui coneixen millor les màquines.

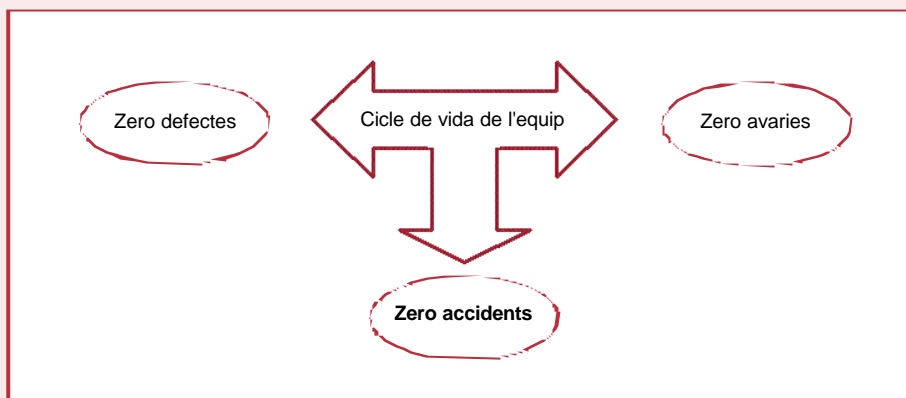
El TPM requereix un canvi de mentalització global de tota la plantilla de l'empresa, en especial un canvi cultural dels operaris, perquè ara no tan sols treballaran en tasques de producció, sinó també de neteja i manteniment.

Per a què serveix?

- Incrementar la productivitat de la fàbrica
- Incrementar la qualitat dels productes
- Incrementar la seguretat
- Reduir els accidents
- Reduir els defectes de procés
- Reduir els temps de posada en marxa de nous equips
- Incrementar el temps operatiu dels equips

Què pretén assolir?

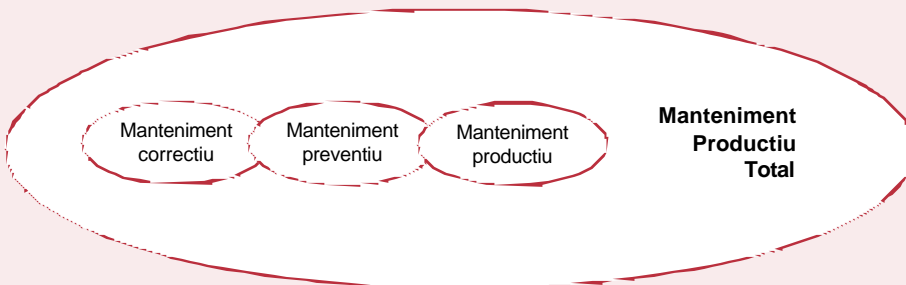
- Zero accidents
- Zero defectes
- Zero avaries



Els objectius d'un programa TPM. Font: Cuatrecasas

Una mica d'història

El TPM és un nou concepte de la gestió del manteniment. Fins als anys cinquanta, el manteniment era només **correctiu**, basat en la reparació d'avaries. A partir dels anys cinquanta, neix el manteniment **preventiu**, orientat a detectar avaries abans que es produeixin. Els anys seixanta van veure el desenvolupament del manteniment **productiu**, que inclou plans de manteniment durant tota la vida útil dels equips.



El TPM inclou els programes previs de manteniment. Font: Cuatrecasas

El TPM comença al Japó als anys setanta i inclou tots els programes previs i els conceptes innovadors:

- *El manteniment autònom*, a càrrec dels operaris de producció
- *El manteniment preventiu*, a càrrec del personal de manteniment
- *Les millores de manteniment*, a càrrec d'equips de millora
- *La prevenció del manteniment*, a càrrec de l'equip d'enginyeria que dissenya l'equip

El TPM (manteniment productiu total) té l'objectiu de maximitzar l'eficàcia de l'equip establint un sistema de manteniment productiu d'ampli abast que cobreixi tota la vida de l'equip i involucri totes les àrees relacionades amb l'equip (planificació, producció, manteniment, etc.) amb la participació de tots els treballadors, des de l'alta direcció fins als operaris, per promoure el manteniment productiu mitjançant la gestió de la motivació o activitats de grups petits voluntaris.

Japan Institute of Plant Maintenance, 1971

Això requeria la implicació activa de tots els treballadors i la creació d'una cultura empresarial que estimulés el treball en equip. En realitat, l'expressió "manteniment productiu **total**" es refereix a tres aspectes:

- La participació **total** del personal, el suport que han de donar tots els qui estan implicats en les tasques que repercuteixen, directament o indirectament, en el procés de producció, amb l'objectiu de mantenir un nivell d'eficàcia òptim en el sistema productiu.
- L'eficàcia **total** que es pretén obtenir dels equips, el màxim rendiment i a màxima rendibilitat.
- Un sistema de gestió **total** del manteniment

El TPM pretén involucrar a tothom en l'aspecte de treballar junts, amb un objectiu comú: fer les coses bé per tal de poder donar suport al sistema productiu.

Factors clau per a la implantació amb èxit d'un programa TPM

Comparació entre el TPM i un pla de salut

1. Involucrar l'alta direcció
2. Realització de canvis organitzatius
3. Inversions i despeses en formació
4. Auditories internes periòdiques

Per entendre millor els conceptes que inclou un programa de TPM es pot fer una comparació amb un pla de salut, que té com a objectiu conservar la salut i allargar la vida de les persones, amb una medicina preventiva.

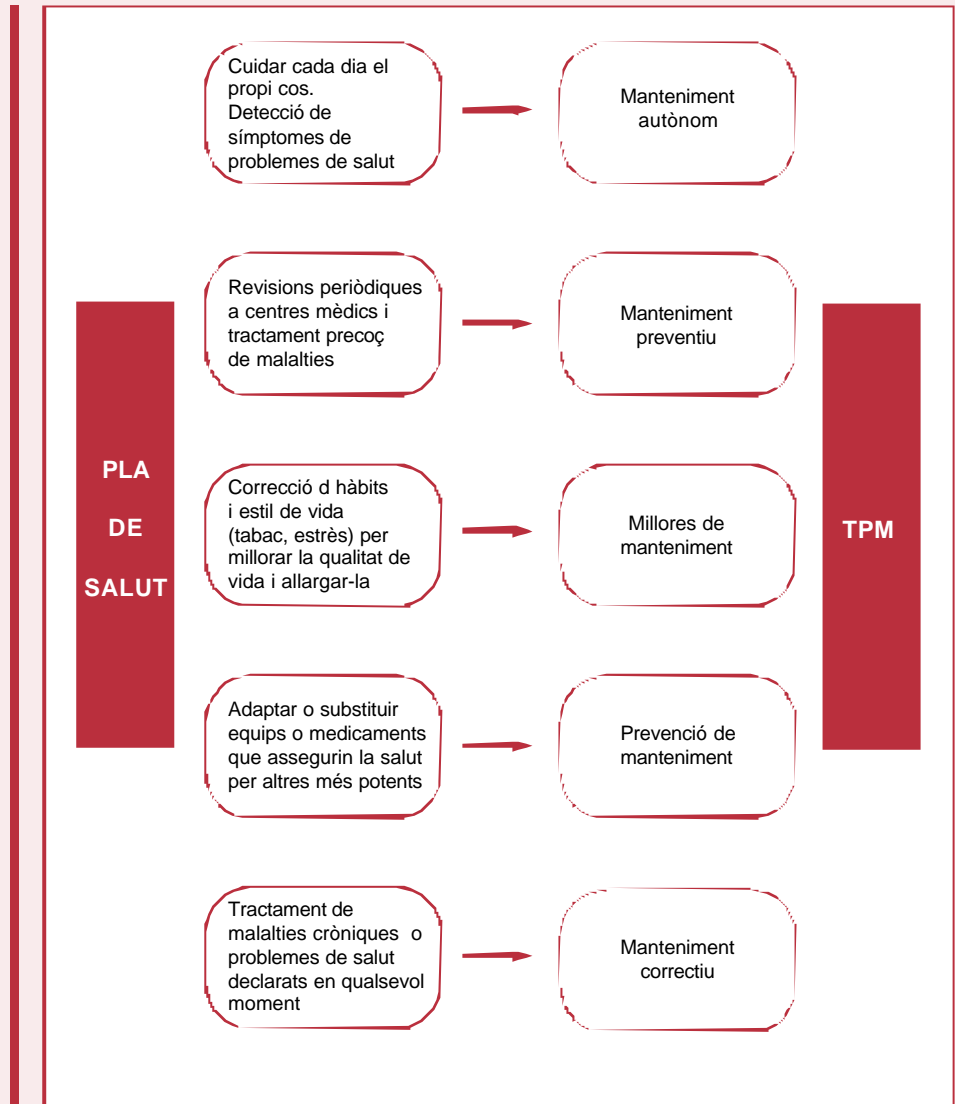
D'aquesta manera, el *manteniment autònom* seria el que fem a títol individual, quan ens cuidem, perquè ens coneixem millor que ningú (quins són els nostres punts febles, els problemes de salut, etc.) i abans que ningú detectem els símptomes de qualsevol malaltia.

El *manteniment preventiu* seria el que té lloc als centres hospitalaris quan anem a fer-nos una revisió anual.

Les *millores de manteniment* serien els canvis d'estil de vida per millorar la salut (deixar el tabac, l'alcohol, etc.).

La *prevenció del manteniment* serien les activitats de recerca i desenvolupament que fan els fabricants d'equips hospitalaris i de medicaments per millorar la detecció i la cura de malalties i, com a resultat d'això, condueixen a la substitució d'equips o medicaments per altres més potents.

El *manteniment correctiu* seria el tractament de malalties als centres hospitalaris quan ja estem malalts.



Comparació entre el TPM i un pla de salut. Font: Cuatrecasas

Raons per introduir el TPM en una empresa

- Reduir els costos de manteniment.
- Necessitat d'incrementar la capacitat de producció sense noves inversions.
- Necessitat de millorar la productivitat.
- Si s'ha implantat un sistema de producció just a temps.
- Millorar la qualitat.

Les activitats de TPM només donen resultats satisfactoris si es duen a terme de manera continuada i constant durant un període de temps relativament llarg (tres anys, per exemple). Es requereix molta "força de voluntat" per continuar i assolir uns resultats d'acord amb les expectatives de partida.

És absolutament necessari que un projecte TPM tingui un marc coherent amb l'estratègia de l'empresa i el suport i l'impuls de l'alta direcció.

TPM a tota l'empresa ("Company wide TPM")

Tanmateix, la definició del JIPM (Japan Institute of Plan Maintenance) del 1971 s'orientava només a les àrees de producció. A mesura que el TPM es va estendre a més àrees de l'empresa, el JIPM va redefinir-lo l'any 1989 com a "Company Wide TPM", és a dir, "TPM a tota l'empresa".

El TPM a tota l'empresa es fonamenta en dos aspectes bàsics:

- Tècniques de millora contínua ("Kaizen")
- Participació activa de tot el personal mitjançant grups de treball i suggeriments de millora

El TPM es pot considerar una continuïtat lògica dels programes de gestió de la qualitat total, i ara fa èmfasi en la qualitat i l'eficiència dels equips productius.

El TPM requereix un canvi organitzacional profund i una inversió inicial considerable pel que fa a la dedicació de recursos humans.

Es fa imprescindible adoptar una organització en la qual s'estableixin dependències funcionals i operatives alhora.

Això vol dir que un operari, per exemple, depèn del seu cap natural, el qual li dirà què ha de produir, però, al mateix temps, dependrà d'un responsable operatiu d'una àrea determinada del TPM, que li dirà quina tasca dins del programa TPM ha de fer.

Cal potenciar a tots els nivells el treball en grup, integrant directius, comandaments intermedis, tècnics, administratius i operaris en grups gestionats per l'organització matricial.

"Company-Wide TPM"

El TPM (manteniment productiu total) s'orienta a crear un sistema corporatiu que maximitzi l'eficiència de tot el sistema productiu, establint un sistema preventiu de les pèrdues en totes les operacions de l'empresa. Això inclou "zero accidents, zero defectes i zero avaries" en tot el cicle de vida del sistema productiu. S'aplica a tots els sectors, incloent producció, desenvolupament i departaments administratius. Se sustenta en la participació de tots els membres de l'empresa, des de l'alta direcció fins als nivells operatius. L'obtenció de "zero pèrdues" s'assoleix mitjançant el treball de grups petits.

Japan Institute of Plant Maintenance, 1989

Metodologia bàsica del TPM: els set "pilars"

Un sistema TPM ha d'estar fonamentat en uns processos fonamentals que s'anomenen "pilars".

Pilar: procés o conjunt d'activitats homogènies que donen suport a una àrea determinada de l'entorn productiu.

Els set pilars principals del TPM són:

1. Millora individual
2. Manteniment autònom
3. Manteniment planificat
4. Manteniment per a la qualitat
5. Gestió de nous equips
6. Seguretat
7. Formació

L'organització de la implantació del TPM a la fàbrica cal fer-la sobre la base d'un **comitè de direcció de les activitats TPM** i d'un conjunt de subcomitès per a cadascun dels set pilars.

Normalment, en el Comitè de Direcció hi hauran d'aparèixer els màxims responsables de la fàbrica, entre els quals hauran de figurar els directors de producció, manteniment, enginyeria, qualitat, etc.

En els subcomitès d'activitats podran ser-hi, igualment, algunes d'aquestes persones, juntament amb altres que siguin especialistes de primer nivell en determinades matèries.

Revisem un per un els set pilars.

1. Pilar "Millora individual"

Les sis grans pèrdues dels equips

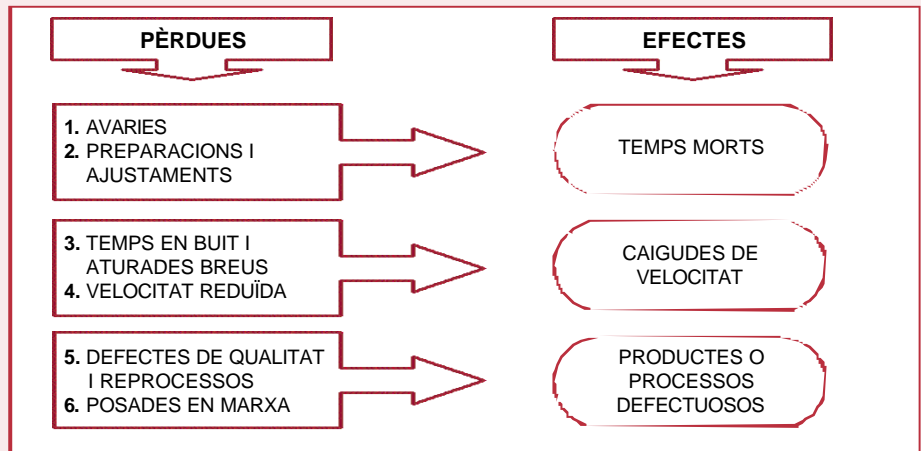
La millora individual contínua es fonamenta en l'acció conjunta de tot el personal sota la forma de petits grups de treball que afronten els problemes existents i potencials per trobar-hi la millor solució.

La pràctica del TPM s'inicia valorant les pèrdues que impedeixen assolir millors resultats dels sistemes productius, les anomenades "**sis grans pèrdues dels equips**"

1. Avaries
2. Preparacions i ajustaments
3. Temps de cycle en buit i aturades breus
4. Funcionament a velocitat reduïda
5. Defectes de qualitat i reprocessos
6. Posades en marxa

Les avaries, les preparacions de màquines i els ajustaments ocasionen temps morts i redueixen el temps útil de producció.

El temps de cycle de màquines en buit (sense peces), les aturades breus i el funcionament de les màquines a una velocitat reduïda respecte a la velocitat potencial ocasionen caigudes de la velocitat òptima del procés. Els defectes de qualitat i els reprocessos, com també les posades en marxa, ocasionen òbviament productes o processos defectuosos.



Les sis grans pèrdues i els seus efectes. Font: Cuatrecasas

La figura següent classifica les pèrdues d'acord amb els seus efectes i mostra les característiques de cadascuna de les pèrdues i els objectius que pretenem amb el TPM: eliminar-les o minimitzar-les.

Tipus	Pèrdues	Característiques	Objectius
Temps morts i de buit	1. Avaries	Temps de procés aturat per fallades, errors o avaries, esporàdiques o cròniques, dels equips	Eliminar
	2. Temps de reparació i ajustament dels equips	Temps de procés aturat per preparacions de màquines o eines necessàries per a la seva posada en marxa	Reduir al màxim
Pèrdues de velocitat del procés	3. Funcionament a velocitat reduïda	Diferència entre la velocitat actual i la teòrica de disseny de l'equip. Es poden assolir, fins i tot, millores en l'equip per superar la velocitat teòrica de disseny	Anul·lar la diferència amb la velocitat de disseny
	4. Temps en buit i aturades breus	Intervals de temps en els quals l'equip està esperant per poder continuar. Aturades breus per desajustaments diferents	Eliminar
Productes o processos defectuosos	5. Defectes de qualitat i repetició de treballs	Producció amb defectes crònics o bé ocasionals en els processos i, per tant, en el producte final	Eliminar productes i processos fora toleràncies
	6. Posades en marxa	Pèrdues de rendiment durant la fase d'arrancada del procés, que poden derivar d'exigències tècniques	Minimitzar segons les tècniques

Classificació de les sis grans pèrdues. Font: Cuatrecasas

L'objectiu del TPM és eliminar o reduir aquestes pèrdues per augmentar l'eficiència dels processos productius.

Per això, es fan servir diverses eines convencionals de millora de la qualitat publicades en aquesta sèrie (pluja d'idees, diagrames de Pareto, d'espina de peix o Ishikawa, AMFE, etc.), però enfocades ara a la reducció o l'eliminació de les sis grans pèrdues.

Aquestes eines són útils per resoldre les pèrdues esporàdiques, és a dir, les avaries inesperades, però visibles, degudes a una causa externa fàcil de descobrir i, per tant, d'eliminar, i aleshores restaurar les condicions normals.

Però també tenim pèrdues cròniques, degudes a defectes ocults en les màquines, els equips o els mètodes. Les causes ara són més difícils de detectar, perquè les condicions operatives es consideren "normals". Només es poden detectar comparant-les amb l'operació òptima de l'equip.

Tanmateix, hi ha una eina específica molt adequada per eliminar o reduir al mínim les pèrdues cròniques: **l'anàlisi PM**.

L'anàlisi PM

Què és?

El nom PM prové de les inicials:

P de *phenomena* (fenomen: desviació d'un estat normal)

P de *physicae* (físic: principis físics que governen el fenomen)

M de mecanisme: volem comprendre el mecanisme de funcionament dels equips

M de les anomenades 4M d'un procés que poden ser les causes de les pèrdues cròniques:

Màquines

Materials

Mètodes

Mà d'obra

L'anàlisi PM pretén establir la relació causa-efecte mitjançant un estudi en profunditat del fenomen, analitzant els principis físics del procés i dels mecanismes, de l'equip i dels seus components.

A continuació es consideren totes les causes possibles amb relació al problema, l'equip i els seus components.

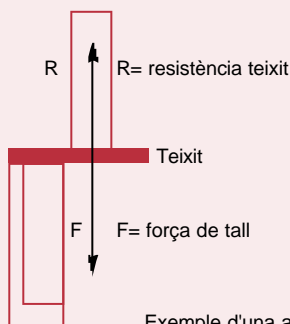
Els vuit passos de l'anàlisi PM

La metodologia de l'anàlisi PM segueix els vuit passos següents:

1. Clarificar el fenomen, comprendre exactament el problema que cal resoldre.
2. Fer una anàlisi física del fenomen.
3. Aïllar totes les condicions que poden causar el fenomen.
4. Valorar les causes (4M) a primer i segon nivell.
5. Establir els valors estàndard de les condicions operatives òptimes.
6. Planificar la cerca dels factors que causen les anormalitats amb mètodes de mesura apropiats.
7. Determinar les anomalies que seran atacades.
8. Definir i implantar els plans d'accions de millora.

La figura següent presenta un exemple de format d'imprès d'una anàlisi PM que analitza com millorar el tall d'un teixit engomat metàl·lic en una màquina automàtica.

1. FENOMEN	El teixit no queda tallat
2. ANÀLISI FÍSICA	Força de tall F de la guillotina és menor que la resistència R del teixit
3. CONDICIONS	3.1. F massa petita
4. CAUSES 1 NIVELL	4.1. Anomalia transmissió força F
4. CAUSES 2 NIVELL	4.2. El volant no descarrega F
5. CONDICIONS ÒPTIMES	Regular segons instruccions d'instal·lació
6. CERCA DE FACTORS	Verificar espai entre elements de tall
7. ANOMALIES	molles ferodos elements de tall
8. PLA D'ACCIONS DE MILLORES	Revisar molles i ferodos cada dotze mesos Regular elements de tall



Exemple d'una anàlisi PM: tall de teixit en una màquina automàtica.

Lliçó puntual de millora

L'aplicació d'aquestes tècniques dins del pilar de millora individual fa que els operaris es preguntin per què tenen lloc les pèrdues i comencin a pensar en les solucions per reduir-les o eliminar-les.

Aquest extraordinari potencial s'ha de canalitzar a través de:

- Grups de treball
- Sugeriments individuals

La metodologia de la millora individual es fonamenta en dos punts bàsics:

1. La potenciació del seguiment de cada projecte.
2. La potenciació de la formació, per poder dotar cada projecte actiu amb el coneixement adequat.

Les accions de millora dutes a terme pels grups poden i han de ser esteses a altres màquines o instal·lacions similars.

La millor manera d'estendre les idees desenvolupades i els beneficis assolits és mitjançant l'anomenada "**lliçó puntual de millora**".

Lliçó puntual de millora: full on figura una breu descripció dels assoliments obtinguts, com també un petit sketch que mostra gràficament l'abans i el després de la millora duta a terme pel grup de TPM.

La comunicació gràfica es mostra com la manera més pràctica i impactant de transmetre informació a tot el personal.

Un altre dels elements bàsics perquè la metodologia tingui èxit és l'existència de diversos taulers, distribuïts per la fàbrica, que mostrin no solament els avenços dels grups, sinó també els resultats i les "lliçons puntuals de millora".

Les reunions dels grups de treball es poden fer davant dels mateixos taulers a la planta de producció. L'objectiu és minimitzar la burocràcia i economitzar el temps de reunió. El comitè de direcció del TPM exercirà també les auditories apropiades als diferents grups, sempre davant del tauler.

2. Pilar "Manteniment autònom"

El manteniment autònom és el conjunt d'activitats on cada treballador fa les inspeccions diàries -lubrificació, substitució de peces, reparació, cerca d'avaries, comprovacions de precisió, etc.- sobre el seu propi equip i es marca l'objectiu de "mantenir-ho en bones condicions per si mateix".

El concepte de "jo produeixo, tu ho arregles", segons el qual fabricació només s'ocupa de la producció, mentre que el departament de manteniment només es preocupa del manteniment, ha predominat en el camp de la producció durant molts anys.

Com a resultat d'això, s'ha arribat a pensar que els operaris que treballen a producció només han de fer la feina i comprovar-ne la qualitat, mentre que activitats com ara el manteniment dels equips, la lubrificació i altres atencions de les màquines han de ser una funció del "personal assignat a manteniment". El TPM fa un gir de 180 graus a aquesta filosofia.

CANVI CULTURAL DELS OPERARIS: el "jo produeixo, tu ho arregles" dóna pas a ==> "jo sóc responsable del meu equip"

Per dur a terme de manera satisfactòria el manteniment autònom, els operaris de producció han de tenir prou coneixements dels equips i, com més s'automatitza o es robotitza un equip o una operació, més capacitat ha d'estar l'operari per fer el manteniment de l'equip.

Cal que l'operari adquireixi la capacitat de sentir una anormalitat en l'equip i/o els productes quan noti un "comportament sospitós".

Per adquirir aquesta capacitat, l'operari ha de tenir unes aptituds bàsiques.

Aptituds dels operaris en un entorn de TPM

S'ha de poder diferenciar entre la normalitat i la anormalitat d'una manera precisa (capacitat de fixar condicions).

Estar acostumats a mantenir estrictament les regles de control de condicions (capacitat de mantenir la gestió).

Capacitat de prendre accions ràpides i adequades per solucionar les anormalitats dels equips (capacitat de prendre les decisions necessàries i rectificar la anormalitat).

En concret, cal que cada operari disposi de:

- Coneixements i capacitat per trobar mals funcionaments d'equips i per prendre les accions correctives de millora necessàries.
- Capacitat d'entendre el mecanisme i les funcions d'equips i de localitzar les possibles causes si hi ha problemes.
- Capacitat d'entendre la correlació entre els equips i la qualitat i de preveure la qualitat anormal del producte i les seves causes.

Les activitats de manteniment autònom es combinaran amb les activitats de manteniment preventiu i correctiu, i les tasques es distribuïran entre el personal productiu i el personal de manteniment, tal com s'il·lustra la figura.

ACTIVITAT	MANT./MILLORA	Personal prod.	Personal mant.
Producció	Preparació i ajustaments	-	
	Operació	-	
Manteniment autònom	Netejar	-	
	Lubrificar	-	
	Ajustar	-	
	Altres inspeccions diàries	-	
Manteniment preventiu	Inspeccions i comprovacions	-	-
	Activitats periòdiques de manteniment		-
Manteniment correctiu	Avaries reparables al lloc de treball	-	
	Avaries no reparables al lloc de treball		-
Millores	Operatives	-	-
	Automatització i qualitat		-
	Revisió i concepció global		-

Activitats i distribució de responsabilitats en un programa de manteniment autònom.
Font: Cuatrecasas

Les set etapes per implantar un programa de manteniment autònom pas a pas

A. Nivell bàsic

La implantació es fa en tres nivells que inclouen set etapes:

- A. NIVELL BÀSIC
- B. NIVELL D'EFICIÈNCIA
- C. NIVELL DE PLENA IMPLANTACIÓ

Inclou les etapes 1, 2 i 3.

1. *Neteja inicial*: l'objectiu bàsic és fer aflorar el deteriorament accelerat de les màquines i eliminar tot allò que és innecessari.

El millor és començar utilitzant la metodologia de les **5S**, cinc termes que comencen en japonès per la lletra S.

SEIRI -- organitzar, classificar

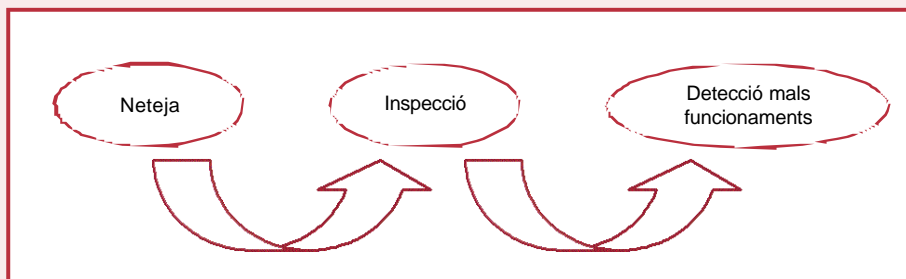
SEITON -- ordenar eficientment

SEISO -- neteja i inspecció

SEIKETSU -- estandardització: mètodes operatius

SHITSUKE -- compliment o disciplina

L'una darrera l'altra, les 5S es posen en marxa a les seccions on es pretén implantar el programa de manteniment autònom. La neteja és un primer pas imprescindible per passar a la inspecció i la detecció de mals funcionaments o avaries als equips.



Evolució a la detecció d'avaries a partir de la neteja. Font: Cuatrecasas

Les avaries detectades es poden identificar amb targetes vermelles adreçades a l'equip autònom o al departament de manteniment.

TPM

AVARIES GRUP AUTÒNOM

Departament: _____
Màquina / equip: _____
Grup: _____ Data: _____

- Pèrdues d'oli
- Pèrdues d'aigua / líquids
- Fuites d'aire / gasos
- Subjeccions fluxives
- Focus de brutícia
- Neteja difícil
- Altres: _____

TPM

AVARIES DEPT. MANTENIMENT

Departament: _____
Màquina / equip: _____
Grup: _____ Data: _____

- Pèrdues o fuites
- Avaries mecàniques
- Circuits elèctrics
- Esquerdes o deformacions
- Sorolls i vibracions
- Reescalfaments
- Altres: _____

Targetes per assenyalar avaries detectades. Font: Cuatrecasas

B. Nivell d'eficiència

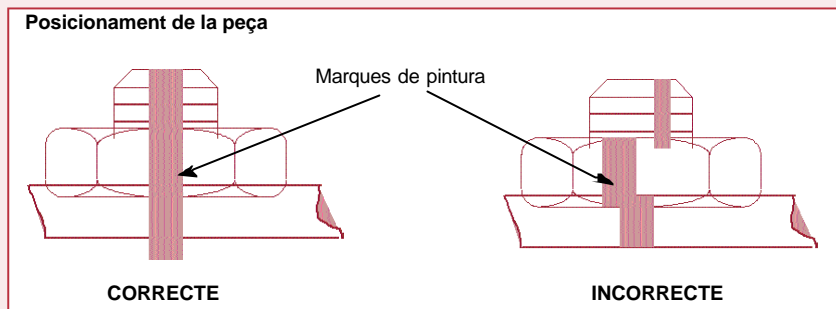
2. Eliminació dels focus de brutícia i neteja de zones inaccessibles: es tracta, en aquest cas, d'aconseguir que no es reproduïxi el deteriorament accelerat existent abans de la neteja inicial. Per això, cal fer millores que tendeixin a prevenir la brutícia que emmascara els focus de deteriorament.

3. Establiment dels sistemes estàndard de neteja, inspecció i tasques senzilles de manteniment autònom (lubrificació, etc.): amb això es pretén mantenir la instal·lació neta, ben inspeccionada i amb tots els requisits de bon funcionament complets.

Inclou les etapes 4 i 5.

4. Inspecció general de l'equip: gràcies a les inspeccions fetes pels mateixos operaris es pretén millorar la fiabilitat de la màquina. Cal que els operaris sàpiguen fer operacions senzilles i aprendre a analitzar les dades de la inspecció. Es poden utilitzar dibuixos per il·lustrar les operacions d'inspecció, com l'exemple.

C. Nivell de plena implantació



Exemple de dibuixos per il·lustrar les operacions d'inspecció. Font: Cuatrecasas

5. Inspecció autònoma de l'equip: es pretén millorar l'eficàcia de la inspecció feta pels operaris i millorar la capacitat de la màquina per fabricar productes bons.

Inclou les etapes 6 i 7.

6. Organització autònoma: en aquest pas, els operaris han de ser capaços d'eliminar o minimitzar totes les pèrdues, racionalitzar i optimitzar tasques i assolir objectius d'efectivitat global.

7. Implantació plena del manteniment autònom: en aquest punt, els operaris poden reparar la major part d'avaries senzilles dels equips. A partir d'ara hauran de consolidar el manteniment autònom com un sistema de millora contínua que caldrà mantenir en el futur. Els operaris hauran de lluitar contra les "sis grans pèrdues dels equips". S'haurà aconseguit el primer pas per assolir el repte: "zero avaries i zero defectes".

Etapes del manteniment autònom	Nivells dels operaris
7. Implantació plena	Pot reparar l'equip
6. Organització autònoma	Coneix les relacions entre la precisió de l'equip i la qualitat del producte
5. Inspecció autònoma	
4. Inspecció general	Coneix la funció i l'estructura de l'equip
3. Establiment d'estàndards	
2. Eliminació dels focus de brutícia i les zones inaccessibles	Pot detectar problemes i comprendre els principis i els procediments de millora de l'equip
1. Neteja inicial	

Nivells assolits pels operaris en cada etapa de la implantació d'un programa de manteniment autònom. Font: Cuatrecasas

3. Pilar "Manteniment planificat"

Les sis etapes per implantar un sistema de manteniment planificat

Aquest pilar pretén implantar un sistema de manteniment coherent amb la filosofia global del TPM: aconseguir "zero problemes" o, el que és equivalent en aquest cas, aconseguir "zero avaries". També, en aquest pilar, cal seguir una metodologia basada en etapes.

- 1. Valorar les màquines i entendre les condicions presents:** cal classificar les màquines assignant prioritats, definir els nivells de criticitat i establir paràmetres tècnics de mesura del nivell de manteniment, com, per exemple, l'MTBF (temps mitjà entre fallades), l'MTTR (temps mitjà invertit en la reparació), l'MDT (temps mesurat d'aturada efectiva), l'OEE (eficàcia global de l'equip), l'MTBM (temps mitjà entre manteniments), l'MTBSS (temps mitjà entre petites aturades), etc.
- 2. Evitar el deteriorament i eliminar els punts febles:** es tracta de dur a terme projectes de millora sobre les màquines i estendre els resultats a equips similars. Cal aprendre a utilitzar eines com ara l'anàlisi PM i cercar contramesures perquè aquestes avaries no tornin a aparèixer.
- 3. Definir un sistema per al manteniment periòdic (planificat):** en aquest cas, s'ha de definir un sistema per a la gestió del manteniment enfocat a millorar la fiabilitat dels equips.
- 4. Definir un sistema per al manteniment predictiu:** cal introduir la metodologia i les eines de gestió d'un manteniment predictiu, educar el personal en aquesta metodologia i gestionar un pla mestre de manteniment.
- 5. Definir un sistema informatiu per al manteniment:** cal disposar d'un sistema d'anàlisi d'avaries informatitzat, gestionar els recanvis informàticament i poder recopilar dades i paràmetres com els que s'han descrit en l'etapa 1.
- 6. Disposar d'un sistema de gestió econòmica del manteniment planificat:** aquesta etapa implica utilitzar eines de gestió econòmica amb l'objectiu de reduir els costos de manteniment.

4. Pilar "Manteniment per a la qualitat"

Les deu etapes per implantar un sistema de manteniment per a la qualitat

L'objectiu que persegueix aquest pilar és aconseguir "zero defectes" mitjançant el manteniment específic dels equips productius. Per això es fa necessari:

- A. Relacionar les característiques de qualitat del producte amb l'equip.
- B. Identificar els components de l'equip que afecten la qualitat.
- C. Definir les condicions d'operació dels components de la qualitat.
- D. Inspeccionar el compliment de les condicions d'operació.

Igual que en els altres pilars, en aquest cas hi ha una sèrie d'etapes que cal seguir per assolir una plena implantació de la metodologia.

1. *Preparar una matriu de qualitat*: es tracta, en essència, de llistar els defectes que succeïen o poden succeir i relacionar-los amb les característiques de qualitat del producte. Al mateix temps, cal classificar i ordenar els defectes segons la seva gravetat i separar els ocasionals dels freqüents.
2. *Analitzar les condicions d'operació*: cal establir les condicions d'equips, materials, persones i mètodes (4M) que permeten no tenir defectes.
3. *Preparar un quadre de problemes*: això implica llistar totes les irregularitats del procés d'acord amb cada tipus de problema i confeccionar un AMFE. (AMFE: anàlisi modal de fallades. Vegeu *Eines bàsiques de qualitat: AMFE, CIDEM, febrer del 2000*)
4. *Avaluar la gravetat dels problemes*: s'han de valorar els problemes i puntuar-ne l'ocurrència, la gravetat i la dificultat de detecció (metodologia AMFE).
5. *Definir les propostes de millora*: per als problemes simples es defineix la millora directa i, per als complexos, s'utilitza l'anàlisi PM.
6. *Avaluar l'efecte de les accions de millora*: mitjançant un nou AMFE s'avaluen els efectes de les accions de millora empreses.
7. *Implantar i estendre les accions de millora*.
8. *Revisar les condicions d'operació*.
9. *Consolidar i confirmar els punts de revisió de les condicions d'operació dels components que determinen la qualitat*.
10. *Preparar una taula de components de qualitat*: cal definir uns procediments estàndard per a la inspecció dels components de la qualitat i programar-ne la inspecció de manera prioritària en el manteniment de la maquinària. S'han d'establir tants Poka-Yoke (sistemes antierror -Poka-Yoke: vegeu *Eines bàsiques de qualitat: Poka-Yoke, CIDEM, febrer del 2000*, dispositius destinats a evitar errades inadvertides) com sigui possible.

5. Pilar "Gestió de nous equips"

Les nou etapes per millorar la gestió dels nous equips en un programa TPM

L'objectiu és escurçar el període de maduració i minimitzar el cost de l'equip durant tota la seva vida útil, interactuant en les fases de disseny, fabricació, instal·lació, proves de funcionament i proves de producció dels equips productius.

Es tracta, en definitiva, d'analitzar qualsevol equip nou d'una manera detallada, prenent com a base el coneixement i l'experiència en la utilització d'equips similars i el desenvolupament de noves tecnologies. També, en aquest cas, s'utilitzen nou etapes per assolir els objectius desitjats.

1. *Planificació*: s'estableix el disseny conceptual de l'equip tot assignant responsables i prioritzant les inversions.
2. *Disseny bàsic* : es recopila la informació d'històrics per aplicar l'experiència dels equips passats al nou disseny.
3. *Disseny de detall*: desenvolupament del nou equip.
4. *Fabricació de l'equip*
5. *Proves de funcionament*
6. *Instal·lació*
7. *Proves de producció i avaluació de resultats*
8. *Producció inicial i integració en històrics de manteniment*
9. *Producció seriada*

Aquest pilar es fonamenta essencialment en la confecció de check lists (llistes de control) en les quals cal comprovar, abans de passar al pas següent, si tots els punts assenyalats estan resolts.

Cal disposar de llistes extenses de preguntes i possibles problemes per a cadascuna de les etapes del projecte. Finalment, cal disposar d'arxius amb el registre de totes les experiències trobades i resoltes al llarg del projecte, perquè serveixi de base per a futurs desenvolupaments.

6. Pilar "Seguretat"

Les set etapes per millorar la seguretat en un programa TPM

Aquest pilar pressuposa l'establiment d'una política de millora en termes de seguretat que aconseguixi l'assoliment de "zero accidents".

La metodologia utilitzada en aquest pilar consisteix a desenvolupar set etapes.

1. *Anàlisi dels accidents*
2. *Inspeccions de seguretat en les màquines i les àrees productives*
3. *Introducció d'un sistema d'etiquetes que permeti l'avís de riscos a tot el personal*
4. *Introducció d'elements de seguretat sobre màquines*
5. *Formació de seguretat a tot el personal i emissió de lliçons puntuals de millora*
6. *Controls de medi ambient*
7. *Controls mèdics*

7. Pilar "Formació"

La formació és una eina de gestió que ha de ser utilitzada en el context de l'empresa amb el propòsit de millorar els coneixements teòrics i pràctics del personal.

Àrees bàsiques de la formació en un programa de TPM:

1. Amb relació al lloc de treball
2. Per al desenvolupament de les aptituds de les persones
3. Per al coneixement de l'organització
4. Per a la promoció del personal

El TPM fa necessària la creació d'una aula especial de formació, en la qual s'incloguin elements de les màquines i els principals components. També s'hauran d'incloure elements gràfics d'ensenyament, com ara les "lliçons puntuals de millora" emeses pels grups de treball.

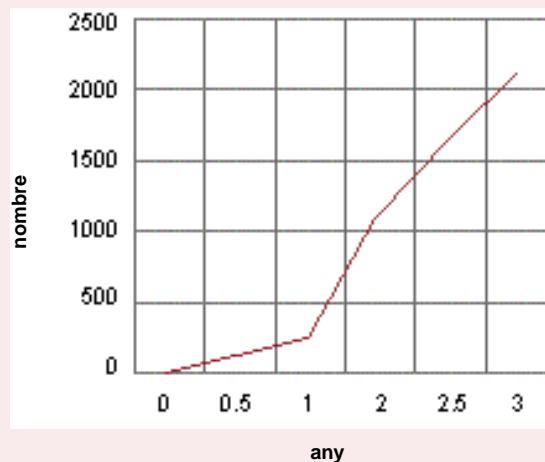
La formació del personal cal fer-la tot avaluant la situació inicial a base de gràfics de tipus "radar", on es valorin les diferents aptituds dels operaris. En el mateix "radar" s'estableixen els objectius que cal assolir. La base de la formació i dels tests corresponents reconduïxen els coneixements de les persones fins a assolir-los.

D'altra banda, també cal difondre internament a l'empresa guies que permetin fer comprensibles per a tothom els conceptes bàsics sobre el TPM, el manteniment autònom, la seguretat, la informàtica, l'electricitat, la pneumàtica, etc.

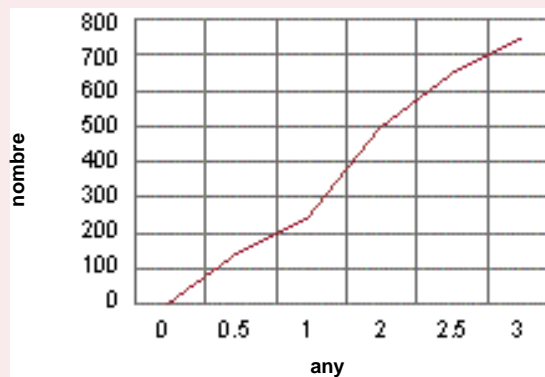
En les figures següents es mostren diversos indicadors del grau d'involucració del personal en un programa TPM per monitorar l'èxit del programa.

Indicadors del grau d'involucració del personal en un programa de TPM

Índex de nombre de suggeriments



Índex de nombre d'hores de formació



Índex de nombre de grups de TPM



Índex de nombre de personal involucrat en el programa TPM



Resultats

Resultats intangibles d'un programa tpm

Resultats tangibles: manteniment autònom

Resultats tangibles: manteniment planificat

Un programa TPM assoleix uns resultats intangibles (una nova cultura empresarial) i uns tangibles en l'entorn del manteniment autònom i planificat.

En les gràfics següents s'exposen, a tall d'exemple, els resultats habituals de la implantació d'un programa TPM a tres anys. Aquests resultats fan evident la importància d'un programa TPM per millorar la gestió empresarial, en especial a l'entorn productiu, en termes de qualitat, productivitat, costos i seguretat.

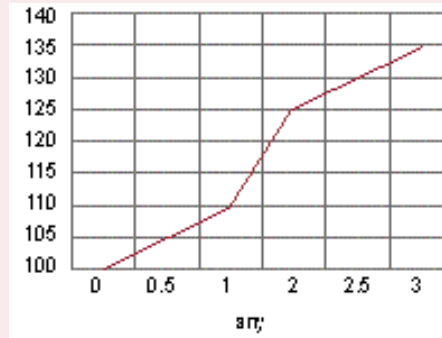
1. Canvi en la manera de pensar d'operaris i empleats
2. Obtenció d'una involucració total
3. Adquisició de la mentalitat de "zero avaries, zero defectes i zero accidents"
4. Eliminació dels murs interdepartamentals i millora de la cooperació entre operaris i direcció

1. Els operaris netegen i lubriquen les màquines.
2. Els operaris inspeccionen les màquines.
3. Els problemes detectats s'etiqueten amb targetes.
4. Les targetes són eliminades pels mateixos operaris i/o el personal de manteniment.
5. S'usen àmpliament llistes de control per al control i la neteja de les màquines.

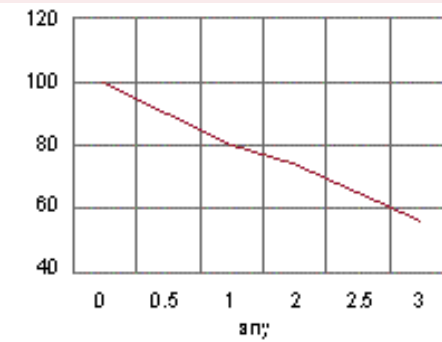
1. L'activitat del personal de manteniment ha passat de la reparació a la prevenció.
2. Les avaries són analitzades i classificades.
3. S'ha introduït el manteniment predictiu.
4. Gràcies a la formació, el personal de manteniment és més flexible i polivalent.

Resultats habituals de la implantació d'un programa TPM a tres anys

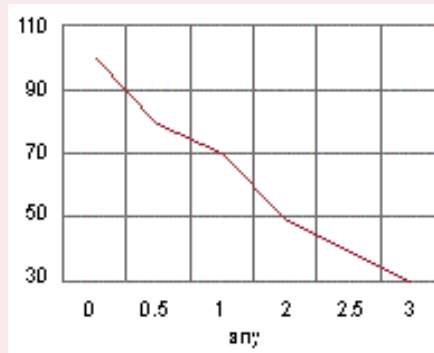
**Millora del MBTF
(temps mitjà
entre errors)**



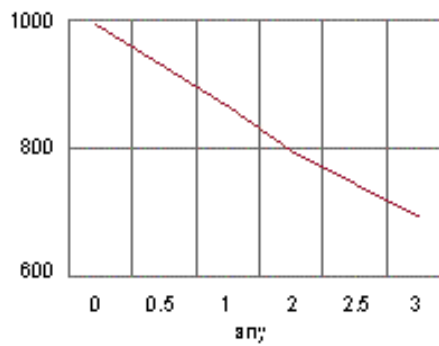
**Millora de l'MTTR
(temps mitjà
d'una reparació)**



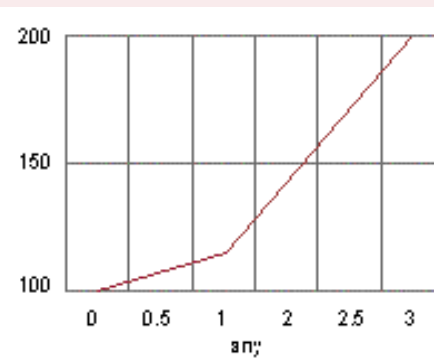
Reducció del nombre d'avaries



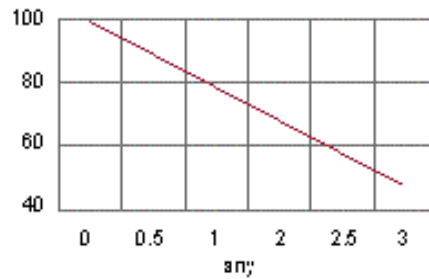
Reducció dels costos de manteniment



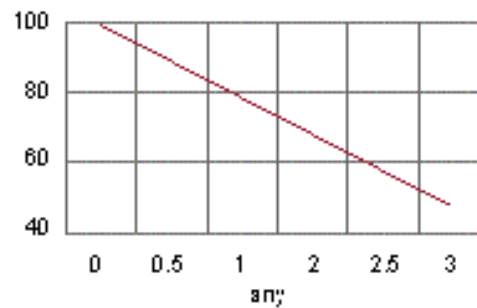
Augment de la productivitat



**Reducció del
nombre
d'accidents**



**Reducció del
nombre d'errades
internes**



Bibliografia bàsica


Cuatrecasas, Lluís. *TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción*, Ed. Gestión 2000, Barcelona.

Codina, Antoni; Barba, Enric. "TPM: manteniment total de la producció", Revista de Qualitat, núm. 37 (abril del 2000).

5S para todos. *5 pilares de la fábricas visuales*. Productivity Press, TGP Hoshin, 1997.

Participants a la iniciativa

ArvinMeritor.

 Generalitat de Catalunya
CIDEM


**CENTRE
TECNOLÒGIC
DE MANRESA**


Comforsa

Chemetall

DELPHI

DOGA


DU PONT®

estamp s.a.
ESTAMPACIONES METAL-LIQUÉS

  Escola Tècnica Superior
d'Enginyers Industrials
de Barcelona


GEARBOX

IDIADA

AVON
AUTOMOTIVE
Industrias Flexo, SL


ict

 **INDUSTRIAS USOTOR**


LGAI
TECHNOLOGICAL
CENTER

Sinter Group
Sintermetal, S.A.


Miba


NISSAN


Paver

PEGUFORM

PIRELLI

RIETER Saifa


SEAT


Yorka


SERNAUTO


s. n. o. p.

SPROM


Valeo




Visteon

 **ZANINI**
AUTO GRUP, 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
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 38
jbarrufet@cidem.gencat.net

Delegació Tarragona

C/Pompeu Fabra, 1
43004 Tarragona
Tel. 977 25 17 17
Fax 973 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