

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA POLITÈCNICA SUPERIOR DE ALCOY



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**

CAMPUS D'ALCOY

TREBALL FI DE GRAU

GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA

**REDUCCIÓ DE MICROATURADES EN ENCAIXADORA DEL
SECTOR ALIMENTACIÓ**

Autor:

D. Jordi Alcaraz i Boronat

Dirigit per:

Dr. Vicent Fombuena Borràs

Juliol 2018

RESUM

“Reducció de microaturades en encaixadora del sector alimentació”

L'estudi i posada en marxa del projecte per a reduir les microaturades en encaixadora serveix per comprovar la necessitat d'un sistema de millora continua en l'entorn competitiu actual i els beneficis del TPM a nivell productiu, organitzatiu i humà.

Basant-se sobretot en una bona comunicació i en la implicació de la plantilla, el TPM aconsegueix coordinar tots els departaments de l'empresa (Producció, manteniment, I+D, Qualitat, Planificació, Logística, Compres, Recursos humans, ...) per portar a terme la consecució dels objectius comuns.

Recolzant-se amb les diferents tipus de ferramentes de les que disposa el TPM i la metodologia Kaizen (Gantt, Pareto, 5W, etc...) i l'estadística s'ha pogut arribar a resultats força interessants i esperançadors en la reducció de microaturades, (4% de temps total de producció), podent exportar a més les millores a altres màquines similars que s'entren en l'empresa.

SUMMARY

“Packing machine’s micro-stoppages reduction in the food industry”

The study and set up of the project of packing machine’s micro-stoppages reduction serves to check the need of a system of continuous improvement in the current competitive environment and the profits of the TPM to productive level, organisational and human.

Basing in a good communication and in the implication of the staff, the TPM achieves to coordinate all the departments of the company (Production, Maintenance, R&D, Quality, Planning, Logistical, Purchasing, Human Resources, ...) To carry out the achievement of the common aims.

Leaning in the different types of tools of which have the TPM and the methodology Kaizen (Gantt, Pareto, 5W, etc...) and the statistics has been able to arrive to results very interesting and hopeful in the reduction of micro-stoppages (4% of total time of production), being able to export besides the improvements to other similar machines that find in the company.

RESUMEN

“Reducción de micro paros en encajadora del sector alimentación”

El estudio y puesta en marcha del proyecto de reducción de micro paros en encajadora sirve para comprobar la necesidad de un sistema de mejora continua en el entorno competitivo actual y los beneficios del TPM a nivel productivo, organizativo y humano.

Basándose sobre todo en una buena comunicación y en la implicación de la plantilla, el TPM consigue coordinar todos los departamentos de la empresa (Producción, Mantenimiento, I+D, Calidad, Planificación, Logística, Compras, Recursos Humanos, ...) para llevar a cabo la consecución de los objetivos comunes.

Apoyándose en los diferentes tipos de herramientas de las que disponen el TPM y la metodología Kaizen (Gantt, Pareto, 5W, etc...) y la estadística se ha podido llegar a resultados muy interesantes y esperanzadores en la reducción de micro paros (4% de tiempo total de producción), pudiendo exportar además las mejoras a otras máquinas similares que se encuentran en la empresa.

TAULA DE CONTINGUT

RESUM.....	3
SUMMARY	5
RESUMEN	7
ABREVIATURES	13
LLISTAT DE FIGURES.....	15
LLISTAT DE TAULES	17
I. INTRODUCCIÓ.....	19
I.1. Antecedents.	20
I.1.1 Marc d'actuació	22
I.2. Definició.....	24
I.3. Objectius i característiques.....	25
I.3.1 Els 8 pilars fonamentals.....	27
I.3.2. Els 12 passos del TPM.....	29
I.3.3. Estructura organitzativa.....	30
I.3.4 Beneficis i resultats.....	31
II. OBJECTIUS.....	34
II.1. Objectius del TPM.....	36
II.1.1.Estructura del TPM en l'empresa	36
II.1.2. Oficina TPM.....	39
II.2 Pilar Manteniment Autònom.....	40
II.2.1 Els 7 passos del Manteniment Autònom.....	40
II.2.2. Ferramentes	41

II.2.3. Estàndards de Neteja, Lubricació i Inspecció	45
II.2.4. Manteniment de Qualitat.....	46
II.3 Pilar de Millores Enfocades	46
II.3.1 Definició de Kaizen.....	46
II.3.2 Els deu manaments de Kaizen	47
II.4 Ferramentes	48
II.5. Metodologia kaizen	59
II.5.1. Procediment.....	59
Pas 1. Selecció del tema d'estudi	59
Pas 2. Crear l'estructura per al projecte.....	60
Pas 3. Identificar la situació actual i formular objectius.....	60
Pas 4. Diagnòstic del problema.....	60
Pas 5. Formular pla d'acció	61
Pas 6. Implantar millores.....	61
Pas 7. Avaluar els resultats.....	62
Pas 8. Estandarditzar i reaplicar	62
II.5.2. Tipus de Kaizen.....	62

III. DESENVOLUPAMENT PROJECTE64

III.1. Selecció tema d'estudi.	66
III.2. Creació estructura per al projecte.	66
III.3. Identificació de la situació actual i formulació d'objectius.	67
III.3.1. Estratificació del defecte	67
III.3.2. Descripció del fenomen.	72
III.3.3. Mesurament del defecte.	73

III.3.4. Valoració de la pèrdua.....	74
III.3.5. Objectiu.....	74
III.3.6. Potencial d'estalvi.....	75
III.4. Diagnòstic del problema.....	75
III.5. Formulació pla d'acció.....	80
III.6. Implementació de millores.....	82
III.7. Avaluació de resultats.....	82
III.8. Estandardització i reformulació.....	88
III.9. Conclusions	88

IV. ANNEXOS90

IV.1. Bibliografia.	92
Referències bibliogràfiques	92
Bibliografia complementaria.....	92

ABREVIATURES

Anàlisi P-M	Anàlisi Fenomen-Mecanisme
EGE	Eficiència global de l'equip
Cicle CAPD	Cicle Shewhart-Deming
JIPM	Japan Institute of Plant Maintenance
MBT	Manteniment Preventiu Basat en Temps
MTBF	Mean Time Between Failure
TPM	Total Productive Managment
OPL	One Point Lesson
PAMCO	Aplicació informàtica de control de producció
4M	Equip, personal, materials, mètodes
4W+1H	Who?, What?, Where?, When?, How?
5S	Tècnica de gestió japonesa

LLISTAT DE FIGURES

Figura I.1 Competitivitat d'empresa al mercat actual

Figura I.2. Producció de verdura

Figura I.3. Objectius del TPM

Figura I.4. Pilars del TPM

Figura II.1. Correlacions primàries i secundaries

Figura II.2. Les 5S

Figura II.3. Cicle CAPD

Figura II.4. Cicle CAPD: Metodologia Kaizen

Figura III.1. Diagrama de Causa-Efecte: Pèrdues en una línia productiva

Figura III.2. Càlcul de temps i eficiències

Figura III.3. Anàlisi de Pareto Aturades imprevistes tècniques Línia 3

Figura III.4. Temps productiu observat

Figura III.5. Tipus de microaturades observades

Figura III.6. Diagrama de funcionament

Figura III.7. Formador de caixes

Figura III.8. Anàlisi Why Why Because de l'encaixadora

Figura III.9. Diagrama de Gantt

Figura III.10. Microaturades situació inicial

Figura III.11. Microaturades situació final

Figura III.12. Aturades imprevistes situació inicial

Figura III.13. Aturades imprevistes situació final

Figura III.14. Temps productiu situació inicial

Figura III.15. Temps productiu situació final

Figura III.16. MTBF inicial i final

Figura III.17. Nombre d'aturades per torn inicial i final

LLISTAT DE TAULES

Taula I.1. Volum de producció

Taula I.2. Objectius de negoci en el TPM

Taula II.1. Els 7 passos del Manteniment autònom

Taula III.1. Fulla de seguiment del projecte

Taula III.2. Accions

Taula III.3. Situació inicial

Taula III.4. Situació final

I. INTRODUCCIÓ

INTRODUCCIÓ

I.1. Antecedents.

La recerca de la competitivitat de l'empresa en el mercat actual, ens porta sense dubte a un replantejament dels sistemes de gestió del manteniment. No s'assolirà la competitivitat sense una correcta gestió de la producció i a la volta del manteniment dels equips, per assolir objectius de qualitat, productivitat i rendiment esperats. Es per este motiu, que l'estratègia convencional de "reparar quan es produeixi l'averia" va deixar de ser vàlida quan es va ser conscient que suposava unes despeses excessivament elevades (pèrdues de producció, deficiències en la qualitat, etc.). Per això, les empreses industrials es plantejaren implantar processos de prevenció d'estes averies mitjançant un adequat programa de Manteniment.



Figura I.1. Competitivitat d'empresa al mercat actual

L'evolució del manteniment s'estructura en quatre generacions:

- Primera generació: El període anterior a 1950 es caracteritza per l'aplicació del Manteniment de Reparació (o Correctiu), basat exclusivament en la reparació d'averies. Solament es portaven a terme davant la detecció d'una averia i, una volta executada la reparació, tot acabava ahí.

I. Introducció

- Segona generació: Al voltant de 1950, s'estableixen les bases del Manteniment Preventiu, un nou enfocament que busca per damunt de tot la rendibilitat econòmica, en base a la màxima producció. S'estableixen funcions de manteniment orientades a detectar i/o preveure possibles fallades abans que tinguin lloc. En este període es redueixen les fallades inesperades, i tanmateix, el cost associat al Manteniment. En esta etapa, queda demostrada la relació entre l'eficàcia econòmica i el manteniment. Augmenta el grau de planificació i apareix el concepte de Manteniment Preventiu Basat en Temps (MBT), que tracta de planificar les activitats de manteniment de l'equip de forma periòdica, substituint en el moment adequat les parts que es preveuen, per garantir el seu bon funcionament.

- Tercera generació: El Manteniment Basat en les Condicions (MBC) planifica el control a exercir sobre l'equip i les seues parts, per assegurar que es reuneixen les condicions necessàries per a una operativa correcta i es poden prevenir possibles anomalies.

- Quarta generació: Les necessitats i les exigències augmenten, i aproximadament en 1960, s'incorpora i desenvolupa el Manteniment Productiu, que abasta tots els anteriors i inclou un pla de manteniment per a tota la vida útil de l'equip.

El Manteniment és un programa de gestió del manteniment efectiu i integrat que engloba als anteriors, i introdueix conceptes innovadors:

La participació activa de tota l'organització, en assolir els objectius proposats per l'empresa.

El Manteniment Autònom, portat a terme pels propis operaris de producció. Creació duna cultura pròpia que estimule el treball en equip i la motivació del personal.

El TPM és una filosofia de treball o cultura, que adapta el concepte de millora continua des del punt de vista del manteniment i la gestió del equips. Mitjançant la introducció del Manteniment Autònom com part primordial del TPM, s'aconsegueix l'equilibri total de les tasques de manteniment gestionades de forma conjunta entre el personal de producció i el de manteniment.

I. Introducció

I.1.1 Marc d'actuació

L'empresa perteneix al sector alimentari i està ubicada en el País Valencià, un dels processos principals de producció amb el que compta és la producció de verdures congelades.

La producció de verdures comença amb la recepció de la matèria prima, que s'encontra tal i com es collida. El primer pas consisteix, per tant, en una neteja de la verdura per la qual cosa es volteja successivament i es fa passar per uns separadors que, mitjançant ventiladors, eliminen gran part de la brutícia.

Després d'una primera neteja de la matèria prima, esta es llava amb aigua clorada per a desinfectar-la i després es talla al tamany desitjat. Posteriorment és bombejada a uns compartiments on es congela en blocs. Estos blocs posteriorment es serren en les porcions que finalment arriben al comerç envasades i encaixades.

I. Introducció

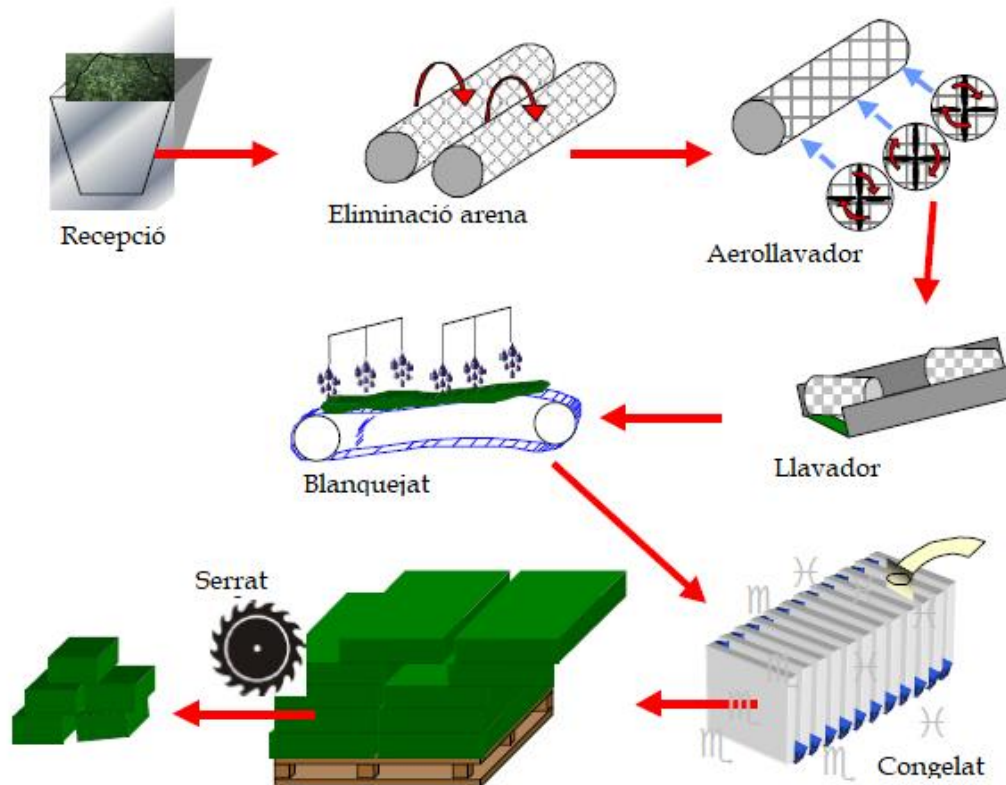


Figura I.2. Producció de verdura

La producció anual de verdures, entre les quals es troben els espinacs, la dacsca o els pèsols arriba a 36.000 Tn.

Taula I.1. Volum de producció

	ESPINACS	BROCOLI	PESOLS	DACSA
TEMPS CAMPANYA	Meitat de setembre fins final de juny	D'octubre a novembre i de maig a juny	D'abril fins finals de juny	De juliol fins finals d'octubre
TONES COLLIDES	17000	1200	7500	20000
ÀREA COLLIDA (Ha)	950-1050	55-60	1500	1450
Equips emprats	Linia de neteja Cabina de 12T	Linia de neteja Cabina de 12T	Linia de neteja Cabina de 6T	Linia de neteja Cabina de 6T

I.2. Definició.

El TPM va ser introduït en Japó com un concepte innovador i va ser definit originalment pel Japan Institute of Plan Maintenance (JIPM). La primera empresa que el va desenvolupar en 1969 va ser Nippon Denso del grup Toyota, i se'l va reconèixer amb el Premi d'excel·lència Empresarial.

La definició original que va donar el JIMP estava orientada únicament a les àrees de producció, però posteriorment es va estendre a la resta d'àrees de l'empresa i va ser redefinit com "Company Wide TPM" (TPM en tota l'empresa):

"El TPM s'orienta a crear un sistema corporatiu que maximitze l'eficiència de tot el sistema productiu, establint un sistema preventiu de pèrdues en totes les operacions de l'empresa. Açò inclou "zero accidents, zero defectes i zero averies" en tot el seu cicle de vida del sistema productiu.

s'Aplica a tots els sectors, incloent producció, desenvolupament i departaments administratius. Es sustenta en la participació de tots els membres de l'empresa, des de l'alta direcció fins els nivells operatius. L'obtenció de "zero pèrdues" s'assoleix a través de xicotets grups".

El terme TPM es refereix a tres enfocaments:

T de la paraula "total" s'interpreta com "totes les activitats que realitzen totes les persones que treballen en l'empresa" i es refereix a tres aspectes clau:

- Participació total del personal.
- Eficàcia total (màxim rendiment dels equips i màxima rendibilitat econòmica).
- Sistema de gestió total del manteniment des del seu disseny fins la prevenció.

I. Introducció

La *P* està vinculada a la paraula “productiu” o “productivitat” d’equips, o inclús, es pot associar a un terme amb una visió més ampla com “perfeccionament”. *M* representa accions de “management” i “manteniment”. És un enfocament de realitzar activitats de direcció i transformació d’empresa.

I.3. Objectius i característiques

La meta del TPM és maximitzar l’eficiència global de l’equip (EGE) en els sistemes de producció, es a dir, tindre zero pèrdues a nivell de tots els departaments. Pretén assolir “zero malbarataments, zero accidents, zero defectes i zero averies”.

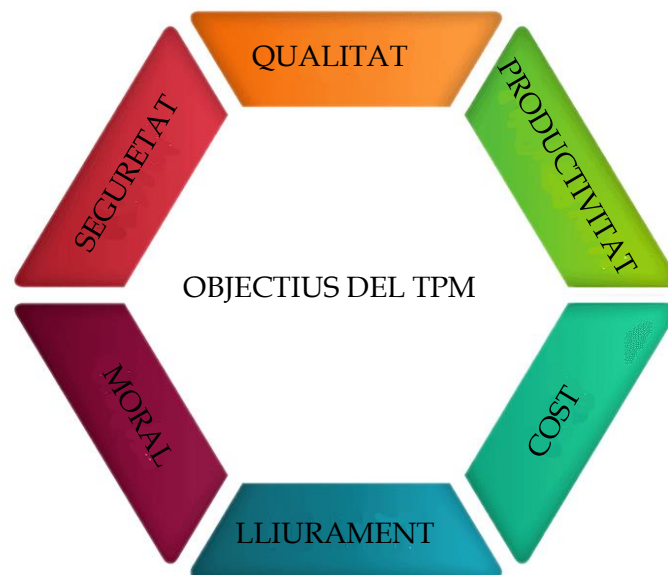


Figura I.3. Objectius del TPM

En les línies de producció, pretén eliminar els 6 grans tipus de pèrdues:

- Pèrdues per averies.
- Pèrdues per posada en marxa o ajustaments.
- Pèrdues per microaturades.

I. Introducció

- Pèrdues de velocitat.

- Pèrdues per defectes de qualitat o de reprocessaments.

- Pèrdues de rendiment.

Els objectius principal del TPM són els següents:

- Maximitzar l'eficàcia global dels equips (EGE) mitjançant la implicació total dels empleats.

- Millorar la fiabilitat i disponibilitat dels equips, millorant així la qualitat i productivitat.

- Desenvolupament d'un sistema de manteniment productiu per a tota la vida de l'equip.

- Cultivar el "expertise" relacionat amb els equips i les capacitats dels operaris.

- Crear un sentit de la propietat.

Promoure la Millora Continua (Kaizen) a través d'activitats de xicotets grups que involucren a tot el personal.

- Crear un entorn de treball vigorós i entusiasta.

Algunes característiques molt importants del TPM són:

- La participació de totes les persones de l'organització.

- La intervenció del personal involucrat en l'operació i producció en la cura i conservació dels equips i recursos físics.

- Està orientat a la millora del EGE, en lloc de prestar atenció a mantindre els equips funcionant.- Processos de manteniment fonamentats en la utilització profunda del coneixement que el personal té sobre els processos.

$$EGE = Disponibilitat \times Flexibilitat \times Qualitat$$

I. Introducció

I.3.1 Els 8 pilars fonamentals

EL Manteniment Productiu Total es sustenta en uns processos fonamentals anomenats “pilars”, que a la seua volta es recolzen en totes les persones de l’organització.

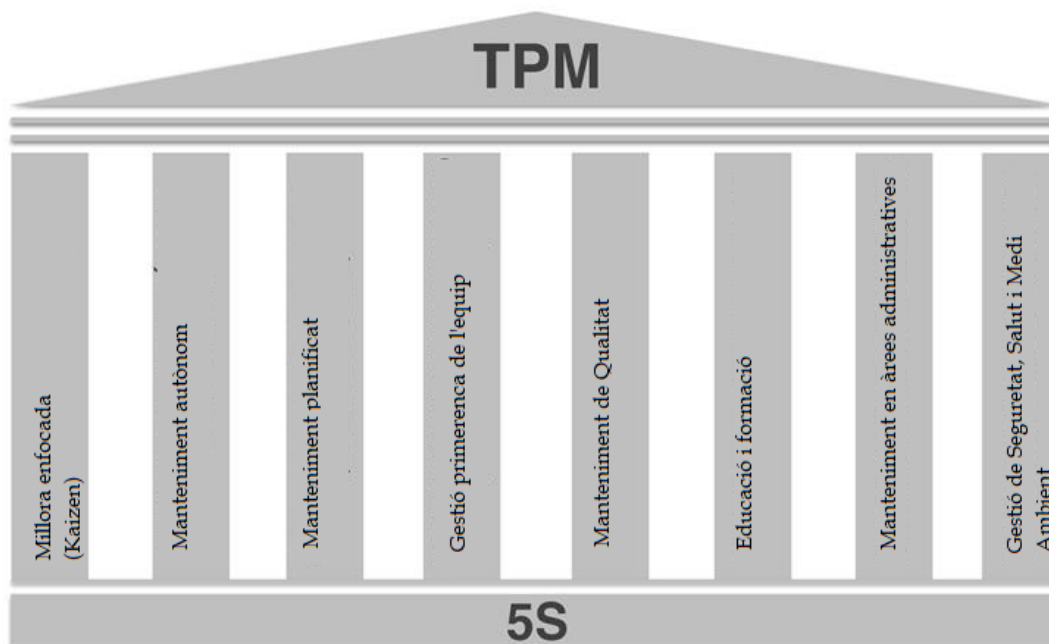


Figura I.4. Pilars del TPM

Manteniment autònom

És un dels pilars bàsics del TPM, es basa en la participació del personal de producció en les activitats de manteniment. Es busca un canvi cultural, implicant als operaris en la cura dels equips per a crear un sentiment de propietat. En general, ells són els més indicats per detectar possibles fallades o desviacions, ja que estan permanentment en contacte amb els equips i coneixen perfectament el procés.

Així se'ls deu formar per a que siguin capaços de:

- Entendre la importància d'una neteja i lubricació correctes.
- Entendre la importància de realitzar inspeccions preventives.

I. Introducció

- Detectar anormalitats en els equips i restaura-les.

Milliores enfocades

Són activitats orientades a eliminar les pèrdues existents en el procés productiu i maximitzar així l'Efectivitat Global. S'identifiquen objectius de millora i s'aplica una metodologia específica del pilar, basada en la millora continua.

Manteniment planificat

Este també és un dels pilar més importants. El seu propòsit és assolir la meta "zero averies" en la fàbrica. Inclou les accions que les tècniques de manteniment deuen desenvolupar per a millorar l'eficàcia del sistema.

Gestió primerenca de l'equip

Este pilar té com objectiu millorar la tecnologia dels equips, i per tant, actua sobretot durant la planificació i construcció dels mateixos. Són activitats de millora en el disseny i posada a punt dels equips, per a reduir els costos durant la seua explotació.

Manteniment de Qualitat

És una estratègia de manteniment que té com propòsit establir les condicions de l'equip en el punt "zero defectes", per millorar la qualitat del producte. S'inclouen accions orientades a verificar i mesurar les condicions "zero defectes" regularment, i facilitar l'operació dels equips en la situació on no es generen defectes de qualitat.

Educació i formació

Este pilar està orientat a enfortir les habilitats i capacitats del personal, per assolir alts nivells de desenvolupament. Es requereix un personal capaç de:

- Comprendre el funcionament dels equips, i poder detectar anomalies.
- Entendre la relació entre els mecanismes dels equips i les característiques de qualitat del producte.

I. Introducció

- Analitzar i resoldre problemes de funcionament i operacions.

Manteniment en Àrees Administratives

Este pilar pretén reduir les pèrdues que es produeixen en totes les activitats no involucrades en l'equip productiu (planificació, desenvolupament, administració, etc.). Encara que no produeixen un valor directe com producció, faciliten el recolzament necessari per a que el procés productiu funcione eficientment. Este pilar ajuda a evitar pèrdues de informació, coordinació, precisió, etc.

Gestió de Seguretat, Salut i Medi Ambient

Este pilar té com a propòsit i crear un sistema de gestió integral de seguretat, per a prevenir riscos que puguen afectar a la integritat de les persones o efectes negatius al medi ambient. Pretén assolir "zero accidents" i zero incidents mediambientals.

I.3.2. Els 12 passos del TPM

La implementació del TPM és un procés al que se li deu prestar la màxima atenció i es deu buscar la millor assessoria possible, ja que és un programa a llarg termini (de 3 a 5 anys) en el que s'invertirà un altíssim esforç, no sols dels directius sinó de tot el personal.

El TPM s'implementa normalment en quatre fases:

- Preparació
- Implementació Preliminar
- Implementació
- Estabilització

Estes quatre fases poden dividir-se a la volta, segons el JIPM, en 12 passos:

I. Introducció

1. L'alta direcció anuncia la introducció del TPM
2. Programes d'educació i campanyes per a introduir TPM
3. Creació d'organitzacions per a promoure el TPM
4. Establir polítiques bàsiques TPM i metes
5. Formular pla mestre per a desenvolupament TPM
6. Organitzar un acte d'iniciació TPM
7. Millorar l'efectivitat de cada peça de l'equip
8. Desenvolupar un programa de manteniment autònom
9. Desenvolupar un programa de manteniment per al departament de manteniment
10. Dirigir externament per a millorar operacions i capacitats de manteniment
11. Desenvolupament programes de gestió d'equips
12. Implementació perfecta del TPM i elevació de nivells TPM

I.3.3. Estructura organitzativa

El TPM es promou a través d'una estructura de xicotets grups que es solapen en tota l'organització. En este sistema els líders de xicotets grups de cada nivell de l'organització són membres de xicotets grups del següent nivell més elevat. També l'alta direcció constitueix en si mateix un xicotet grup.

Un projecte d'implantació de TPM deu portar-se a terme de forma continuada i constant per obtenir resultats satisfactoris. Del mateix mode, és necessari que este tinga un marc coherent amb l'estratègia global de l'empresa i compte amb l'impuls i suport de l'alta direcció.

Prèviament, s'estableixen objectius de negoci que deuen compartir-se amb tota l'organització, i que a la volta deuen suposar un repte important però assolible. Estos objectius deuen abastar sis àmbits distints: Productivitat, Qualitat, Costos, Entrega, Seguretat i Moral. En cada àmbit es deuen fixar uns indicadors determinats, de forma que els resultats obtinguts en cadascun d'ells siguin fàcilment quantificables. Per tant,

I. Introducció

els beneficis que s'esperen obtenir de la implantació del TPM i que es dedueixen del comentat prèviament són:

- Millora de la Productivitat
- Reducció de costos
- Millora de la qualitat del producte final

I per altra banda, el TPM també proporciona beneficis intangibles:

- Creació d'un sentit de la propietat, on els operaris assumeixen la responsabilitat de l'equip i s'obté una implicació total.
- Major confiança i capacitat d'identificació de problemes potencials i de recerca d'accions correctives.
- S'ofereix una millor imatge als visitants i clients.
- Millora dels llocs de treball, tenint un entorn amable i segur.
- S'eliminen barreres interdepartamentals i millora de la cooperació entre operaris i direcció.

I.3.4 Beneficis i resultats

Un projecte d'implantació de TPM deu portar-se a terme de forma continuada i constant per obtenir resultats satisfactoris. Del mateix mode, és necessari que este tinga un marc coherent amb l'estratègia de l'empresa i conte amb l'impuls i suport de l'Alta Direcció.

Prèviament, s'estableixen objectius de negoci que deuen compartir-se amb tota l'organització, i que a la seua volta deuen suposar un repte important però assolible. Estos objectius deuen abastar sis àmbits diferents: Productivitat, Qualitat, Cost, Entrega, Seguretat i Moral (PQCDSM). En cada àmbit es deuen fixar uns indicadors determinats de forma que els resultats obtinguts en cadascun d'ells siguen fàcilment quantificables.

I. Introducció

Taula I.2. Objectius de negoci en el TPM

P (Productivitat)	<ol style="list-style-type: none">1. Augment de l'Efectivitat Global dels Equips2. Reducció del nombre d'averies
Q (Qualitat)	<ol style="list-style-type: none">1. Reducció de la tasa de defectes2. Reducció de la tasa de reproces3. Reducció del nombre de reclamacions de clients
C (Cost)	<ol style="list-style-type: none">1. Reducció del cost de Producció2. Reducció del cost de Manteniment3. Reducció del cost de Materials i Energia
D (Entrega)	<ol style="list-style-type: none">1. Reducció d'Inventaris de productes2. Reducció d'inventaris de recanvis
S (Seguretat)	<ol style="list-style-type: none">1. Eliminar el nombre d'accidents2. Eliminar Incidents medi-ambientals
M (Moral)	<ol style="list-style-type: none">1. Increment del nombre de suggeres de millora per persona i any2. Increment de les activitats de xicotets grups de treball

Per tant, els beneficis que s'esperen obtindrà de la implantació del TPM i que es dedueixen del comentat prèviament són:

- Millora de la Productivitat
- Reducció dels costos
- Millora de la qualitat del producte final

Y per altra banda, el TPM també proporciona beneficis intangibles, com per exemple:

- Creació d'un sentit de la propietat, on els operaris assumeixen la responsabilitat de l'equip i s'obté una implicació total.
- Major confiança i capacitat d'identificació de problemes potencials i de recerques d'accions correctives.

I. Introducció

- S'adquireix la mentalitat de “zero averies , zero defectes i zero accidents”.
- S'ofereix una millor imatge als visitants i clients.
- Millora dels llocs de treball, tenint un entorn amable i segur.
- S'eliminen barreres interdepartamentals i millora de la cooperació entre operaris i direcció.

II. OBJECTIUS

OBJECTIUS

II. Objectius

II.1. Objectius del TPM

Per millora l'eficiència global de l'equip (EGE) i reduir els 6 grans tipus de pèrdues, és necessari millorar els recursos humans de l'empresa, mitjançant formació i motivació. Els resultats d'esta millora, junt amb la millora de l'eficiència i flexibilitat dels equips i l'organització que provoca, es tradueixen en una millora de la cultura col·lectiva de l'empresa.



Figura II.1. Objectiu del TPM

II.1.1. Estructura del TPM en l'empresa

L'estructura amb la que conta l'empresa i amb la qual promou el TPM es divideix en:

Equips de línia:

El primer nivell el formen els equips de línia. En l'empresa existeixen 15 línies de producció en les que es realitza TPM. Cadascuna d'estes línies té un facilitador. Els facilitadors són empleats de qualsevol departament de l'empresa, que s'encarreguen de fomentar la cultura TPM en l'equip, i que serveixen de nexa entre este i els pilars, l'Oficina o el Coordinador TPM.

II. Objectius

Aturades TPM: Encara que les activitats de TPM formen part de la cultura de treball i es realitzen contínuament, cada línia realitza una parada programada setmanal, d'entre 2 a 4 hores, per a realitzar les activitats, al menys fins que el programa estiga completament consolidat. Aleshores, seran els propis operaris de línia els que elegiran el moment per a realitzar TPM.

La primera part de l'aturada es dedica a activitats de Manteniment Autònom, des de les 5s inicials, fins l'aplicació dels Estàndards de Neteja, Lubricació i Inspecció o Manteniment de Qualitat, segons el pas de Manteniment Autònom en que es trobe la línia.

En segon lloc, l'equip i el facilitador realitzen una reunió. Prèviament s'han establert uns indicadors de seguiment de línia que fan més visibles els resultats i els beneficis del programa. En este cas es disposen el següents indicadors:

- Productius:

Minves

Eficiència

- Qualitat:

Tassa de bloqueig

Nombre de reclamacions

- Manteniment:

Nombre d'averies

Nombre defectes encontrats/solucionats

Nombre defectes solucionats pels operaris

- Formació:

Nombre d'OPL's realitzades

II. Objectius

Hores formació impartida

- Millora:

Nombre de Kaizen proposats/resolts

Estos indicadors són actualitzats i avaluats mensualment, i a partir del seu anàlisi s'elabora un pla trimestral per a la línia.

Durant l'aturada de TPM, el facilitador i el seu equip, comenten estos indicadors així com totes les incidències de producció que hagen tingut lloc i hagen pogut afectar als mateixos. De l'anàlisi d'estos es desprenen possibles accions de millora. L'aturada TPM sol aprofitar-se també per a realitzar activitats de formació, ja siga a un nivell Operatiu, de Manteniment Autònom, de Qualitat o Seguretat.

Grups de millora:

Després de l'anàlisi dels indicadors i de les incidències de producció i de les propostes de millora realitzades pels operaris, es realitza un pla trimestral de Millores i es creen grups multidisciplinars per a estudiar-les i portar-les a terme.

Cap de Producció i Manteniment:

Com a màxim responsable d'estes dos àrees íntimament lligades al TPM i líder del pilar de Manteniment Autònom, és l'encarregat de realitzar el pla trimestral de Manteniment Autònom / Formació / Millores, així com de coordinar els equips de línia i grups de millora.

Pilars:

Els pilars, portats a la pràctica, són grups multidisciplinars de persones que determinen l'estratègia a seguir i les metes a assolir en els distints aspectes de TPM. Es reuneixen periòdicament per a realitzar un seguiment dels objectius establerts i els resultats obtinguts, baix la coordinació del Director d'Operacions i el Coordinador TPM.

II. Objectius

Coordinador TPM:

Els coordinador TPM és la persona encarregada de desenvolupar i promoure estratègies eficaces per a l'entrenament i seguiments de tots els passos. Les seues funcions inclouen tasques com preparar el pla mestre (on s'estableixen els objectius anuals de cada pilar) i coordinar la seua promoció.

Crear procediments per a mantenir les diverses activitats de TPM pel camí previst, dirigir campanyes sobre temes específics, disseminar informació i coordinar l'entrenament.

Director d'Operacions:

És l'últim nivell de l'estructura organitzativa de TPM. Coordina, supervisa i premia l'activitat dels demés nivells.

II.1.2. Oficina TPM

L'Oficina TPM depèn directament del Coordinador TPM i s'encarrega de recolzar totes les activitats de TPM:

- Col·laboració en la creació del pla mestre o Masterplan
- Seguiment i comunicació d'eficiències i incidències de producció
- Actualització d'indicadors
- Recolzament als facilitadors en les activitats de comunicació d'objectius i resultats
- Recolzament a l'activitat dels pilars segons el Masterplan, principalment:

Pilar de Manteniment Autònom: elaboració d'Estàndards de Manteniment Autònom i de Qualitat

Pilar de Formació: Avaluació d'habilitats tècniques. Creació d'una metodologia de formació

Pilar de millores enfocades o kaizens: participació en kaizen i grups de millora

II. Objectius

II.2 Pilar Manteniment Autònom

II.2.1 Els 7 passos del Manteniment Autònom

El manteniment autònom pels operaris és una característica única del TPM; la seua organització és central per a la promoció del TPM dins de la companyia.

Els objectius generals del manteniment autònom són:

- Emprar l'equip com instrument per a l'aprenentatge i adquisició de coneixement
- Desenvolupar noves habilitats per a l'anàlisi de problemes i creació d'un nou pensament sobre el treball
- Mitjançant una operació correcta i verificació permanent d'acords als estàndards s'evite el deteriorament de l'equip
- Millorar el funcionament de l'equip amb l'aportació creativa de l'operari
- Construir i mantindre les condicions necessàries per a que l'equip funcione sense averies i rendiment ple
- Millorar la seguretat en el treball
- Assolir un total sentit de pertinència i responsabilitat del treballador
- Millora de la moral en el treball

El manteniment autònom es divideix en 7 passos o nivells. Els treballadors individuals adquireixen les capacitats corresponents a cada pas a través del manteniment i la pràctica.

Solament després de completar l'entrenament en un concepte i de confirmat el fet mitjançant una auditoria, es permet a l'equip o la línia progressar al pròxim pas.

II. Objectius

Taula II.1. Els 7 passos del Manteniment autònom

PAS	OBJECTIUS	FERRAMENTES
Pas 1: Detecció de defectes i 5'S <i>NETEJA ÉS INSPECCIÓ</i>	Ordre i neteja Detecció de punts de defecte, fonts de brutícia i àrees de difícil accés Generació de OPL's	5 S's Llista de punts de defecte, fonts de brutícia i àrees de difícil accés OPL's
Pas 2: Eliminació de les fonts de brutícia <i>REDUCCIÓ DEL TEMPS DE NETEJA</i>	Eliminació de punts de defecte, fonts de brutícia i àrees de difícil accés Aplicació Metodologia Kaizen Estandarització procés de brutícia	Metodologia Kaizen (Speedy kaizen, 5W) Estàndards de Neteja OPL's
Pas 3: Lubricació <i>Lubricació per a evitar defectes</i>	Lubricació autònoma	Estàndards de Lubricació
Pas 4: Inspecció general <i>4.1.- Elements de fixació, transmissió i arrastrament</i> <i>4.2.- Elements de transport</i> <i>4.3.- Electricitat</i> <i>4.4.- Neumàtica i hidràulica</i> <i>4.5.- Manteniment de qualitat</i>	Ampliar el Manteniment Preventiu als operaris de línia Introduir habilitats tècniques Inspeccions en marxa Detecció de punts crítics per a la qualitat del producte	Formació Estàndards d'Inspecció Llistes de txequeig Auto-control Taula de paràmetres
Pas 5: Inspecció autònoma	Revisió i integració d'estàndards de neteja, lubricació i inspecció Realitzar inspecció general de forma autònoma: Eliminar aturades TPM	
Pas 6: Organització i ordre	Estandarització de paràmetres i processos per a eliminar defectes de qualitat i millorar la productivitat Formar per a l'auto-gestió	
Pas 7: Manteniment autònom ple	Realitzar l'auto-gestió: Producció+Manteniment+Qualitat	

II.2.2. Ferramentes

II.2.2.1. Les 5 S

Els 3 primers passos del manteniment autònom tenen com objectiu fonamental recuperar les condicions inicials de les màquines i per això és precís eliminar la societat acumulada en les màquines i l'entorn i establir ordre en la línia, eliminant els elements no útils i assignant ubicació als útils. Amb això, s'aconsegueix facilitar la inspecció posterior.

El JIMP recomana que les companyies que desitgen evitar un manteniment autònom superficial incloguen en els 7 passos la maestria progressiva de les 5S, desenvolupades mitjançant un treball intensiu.

Les 5S deriven de cinc paraules japoneses que conformen els passos a desenvolupar per a assolir un òptim lloc de treball, produint de manera eficient i

II. Objectius

efectiva: seiri, seiton, seiso, seiketsu i shitsuke (organització, bon arreglament, puresa, neteja i disciplina) són principis bàsics de la direcció d'operacions.



Fig II.2. Les 5 S

La seua pràctica es constitueix com a indispensable a l'hora de aconseguir una empresa de qualitat global.

- **Seiri** (ordenar i seleccionar): Diferenciar entre els elements necessaris d'aquells que no ho són. Implica separar el necessari del innecessari i eliminar o eradicar del gemba (lloc de treball en terminologia kaizen) acò últim. Deu establir-se un límit sobre el nombre d'ítems necessaris. En gemba pot encontrar-se tota classe d'objectes. Una mirada minuciosa revela que en el treball diari sols es necessita un nombre xicotet d'estos; molts altres objectes no s'utilitzaran mai o sols es necessitaran en un futur distant. El gemba està ple de màquines sense ús, encunys i ferramentes, productes defectuosos, treball en procés, matèries primes, subministraments i parts, contenidors, escriptoris, bancades de treballa, arxius i documents, etc. Un mètode pràctic i fàcil consisteix en retirar qualsevol cosa que no vaja a utilitzar-se en els pròxims 30 dies.

Seiton (organitzar i situar): Disposar de forma ordenada tots els elements que queden després del seiri. El seiton porta a classificar els ítems per ús i disposar-los com

II. Objectius

correspon per a minimitzar el temps de recerca i l'esforç. Per a fer açò, cada ítem deu tindre una ubicació, un nom i un volum designat. Deu especificar-se no sols la ubicació, sinó també el nombre màxim d'ítems que es permeten en el gamba.

Seiso (netejar i sanejar): Significa netejar l'entorn de treball, incloses màquines i ferramentes, el mateix que pisos, parets, etc. Seiso també significa verificar. Un operador que neteja una màquina pot descobrir molts defectes de funcionament. Quan la màquina està coberta d'oli, grassa i pols, és difícil identificar qualsevol problema que pugua estar formant-se. En canvi, mentre es neteja la màquina podem detectar amb facilitat una fuga d'oli, una esclatxa en la coberta o visos fluixos. Una volta reconeguts estos problemes, poden solucionar-se amb facilitat. Es diu que la major part de les averies en les màquines comencen amb vibracions (degut a visos fluixos), amb la introducció de partícules estranyes com pols, o amb una lubricació inadequada. Per esta raó, seiso constitueix una gran experiència d'aprenentatge per als operadors, ja que poden fer molts descobriments útils mentre netegen les màquines.

Seiketsu (mantindre i estandarditzar): Significa mantindre la neteja per mitjà d'ús de roba de treball adequada, lents, guanys i sabates de seguretat, així com mantindre un entorn de treballa saludable i net. També implica continuar treballant en seiri, seiton i seiso en forma continua i tots els dies.

Shitsuke (disciplinar i seguir): Construir auto-disciplina i formar l'hàbit de comprometre's en les 5S mitjançant l'establiment d'estàndards. Les 5S poden considerar-se amb una filosofia, una forma de vida en el nostre treball diari. L'essència de les 5S és seguir el que s'ha acordat. Es comença per descartar el que no necessitem en el gamba i després es disposen tots els ítem necessaris en el gamba en una forma ordenada. Posteriorment devem conservar net l'ambient de treball, de forma que puguen identificar-se amb facilitat les anormalitats, i que els tres passos anteriors deuen mantenir-se sobre una base continua.

II.2.2.2. Les altres 4S

Shikari (constància): És la capacitat de tota persona per a mantenir-se firmament en una línia d'acció. La voluntat d'aconseguir una meta.

II. Objectius

Shitsukoku (compromís): Es complir amb el que s'ha pactat

Seishoo (coordinació): Esta S ha de vore amb la capacitat de realitzar un treball amb mètode i tenint en conte les demás persones que integren l'equip de treball. Busca aglutinar els esforços per al assoliment d'un objectiu establert.

Seido (sincronització): Seido implica normalitzar el treball, deu existir un pla d'acció, normes específiques que indiquen el que cada persona deu realitzar. Els procediments i estàndards ajudaran a harmonitzar el treball.

II.2.2.3. Llistes de punts de defectes, fonts de societat i àrees de difícil accés

La neteja deu desenvolupar-se inspeccionant l'estat dels elements, amb l'objectiu de buscar defectes. Entenent com defecte tot el que ha perdut la seua condició habitual, el que abans estava bé i ara no, i que, pe tant, hi ha que restablir a les seues condicions inicials. La detecció i registre d'estos punts de defecte és fonamental en el manteniment autònom, ja que és el principi per a l'eliminació dels mateixos per part dels operaris.

A més, les neteges repetides ens donen informació sobre els punts que estan subjectes a una font de societat i dels que ens costa més netejar per tractar-se d'àrees de difícil accés. En ambdós casos és important la identificació i registre d'estos punts, per a facilitat la seua posterior eliminació, obtenint així una reducció del temps de neteja.

II.2.2.4. OPL's

Esta ferramenta constitueix un sistema de comunicació i formació del personal que treballa en les línies de producció. Es tracta d'informació bàsica i senzilla, expressada de forma molt gràfica i visual. Pot emprar-se per a comunicar o formar en qualsevol camp relacionat amb la producció: Operatives, Manteniment Autònom, Seguretat (KYT), Qualitat, ...

II. Objectius

II.2.3. Estàndards de Neteja, Lubricació i Inspecció

L'estandardització és fonamental per a la implantació del Manteniment Autònom. En el pas 2, una volta restablertes les condicions d'ordre i neteja inicials, i eliminada les fonts de societat i les àrees de difícil accés. Una volta optimitzat el procediment, és necessària la creació d'uns Estàndards de Neteja que permeten mantindre eixes condicions òptimes per a facilitar la detecció i eliminació de punts de defecte, en les següents etapes del Manteniment Autònom.

En el pas 3, es forma als operaris en lubricació, amb la fi que estos entenguen la importància de la mateix para evitar l'aparició de defectes i que siguen capaços de realitzar-la de forma autònom. Manteniment estableix els criteris de lubricació de la línia, i s'estableixen així uns Estàndards de Lubricació.

En els 4 primers mòduls del pas 4, s'imparteix formació als operaris proporcionant-los habilitats tècniques sobre els distints elements de la línia: elements de transmissió, fixació, elements de transport, etc. S'amplia així el Manteniment Preventiu als operaris, que realitzaran la inspecció general de la línia. Part dels punts d'inspecció de les games de Manteniment Preventiu passen a formar els Estàndards d'Inspecció de Manteniment Autònom de la línia.

Estos tres tipus d'estàndards s'unifiquen en uns Estàndards de Neteja, Lubricació i Inspecció, que es sintetitzen en unes Llistes de Revisió que serviran de guia als operaris en les parades TPM.

En els Estàndards de Neteja, Lubricació i Inspecció, s'indica:

- Punt de neteja, lubricació o inspecció
- Mètode de neteja, tipus de lubricant o procediment d'inspecció
- Estàndard: estat òptim del punt inspeccionat
- Estat de la màquina en que es realitza la neteja, lubricació o inspecció: en marxa o parada
- Freqüència de la neteja, lubricació o inspecció
- Temps necessari per a la neteja, lubricació o inspecció

II. Objectius

II.2.4. Manteniment de Qualitat

El Manteniment de Qualitat té com propòsit establir les condicions de l'equip en un punt on el "zero defectes" es factible. Les accions del manteniment de qualitat busquen verificar i mesurar les condicions "zero defectes" regularment, amb l'objecte de facilitar l'operació dels equips en la situació on no es generen defectes de qualitat.

Principis del Manteniment de Qualitat:

- Classificació dels defectes i identificació de les circumstàncies en que es presenten, freqüència i efectes.
- Realitzar un anàlisi físic per a identificar els factors de l'equip que generen els defectes de qualitat.
- Establir valors estàndard per a les característiques dels factors de l'equip i valorar els resultats a través d'un procés de mesurament.
- Establir un sistema d'inspecció periòdic de les característiques crítiques.
- Preparar matrius de manteniment i valorar periòdicament els estàndards.

Es per això que el següent pas en l'Estandardització, després de la unificació d'Estàndards de Neteja, Lubricació i Inspecció, és la inclusió de la inspecció d'aquells punts de l'equip que afecten o puguen afectar a la qualitat final del producte.

II.3 Pilar de Millores Enfocades

II.3.1 Definició de Kaizen

El terme Kaizen prové de dos ideogrames japonesos: "Kai" que significa canvi i "Zen" que vol dir per a millorar. Així, podem dir que "Kaizen" és "canvi per a millorar" o "millora continua".

Els dos pilars que sustenten Kaizen són els equips de treball i l'Enginyeria Industrial, que s'empren per a millorar els processos productius. De fet, Kaizen s'enfoca a la gent i

II. Objectius

a l'estandardització dels processos. La seua pràctica requereix d'un equip integrat per personal de producció, manteniment, qualitat, enginyeria, compres i demés empleats que l'equip considere necessari.

El seu objectiu és incrementar la productivitat controlant els processos de manufactura mitjançant la reducció de temps de cicle, l'estandardització de criteris de qualitat, i dels mètodes de treball per operació, A més, Kaizen també s'enfoca a l'eliminació de desperdici, identificant com "muda", en qualsevols de les seues sis formes.

II.3.2 Els deu manaments de Kaizen

1. El malbaratament ("muda" en japonès) és l'enemic públic numero 1
2. Les millores graduals fetes continuadament no són una ruptura puntual.
3. Tot el món ha d'estar involucrat, siguen de l'alta gerència o dels quadres intermedis, siga personal de base, no és elitista.
4. Es recolza en una estratègia barata, creu en un augment de productivitat sense insercions significatives; no destina sumes astronòmiques en tecnologia i consultors.
5. S'aplica en qualsevol lloc
6. Es recolza en una "gestió visual", en una total transparència dels procediments, processos, valors, fa que els problemes i els malbarataments siguen visibles als ulls de tots.
7. Centra l'atenció en el lloc on realment es crea valor.
8. S'orienta cap als processos.
9. Dona prioritat a les persones. Creu que l'esforç principal de millora deu vindre d'una nova mentalitat i estil de treball de les persones.
10. El lema essencial de l'aprenentatge organitzacional és aprendre fent.

II. Objectius

II.4 Ferramentes

II.4.1. Anàlisi P-M

L'Anàlisi P-M és una metodologia de millora centrada fonamentalment a eliminar les pèrdues cròniques. Les fallades i defectes en els equips apareixen de dos modes: com pèrdues cròniques o, esporàdiques. Les pèrdues esporàdiques indiquen desviacions súbdites, sovint importants respecte a la normalitat (nivells corrents de rendiment i qualitat). Per altra banda, les pèrdues cròniques indiquen desviacions més xicotetes i freqüents que gradualment arriben a acceptar-se com normals. L'Anàlisi P-M elimina les pèrdues cròniques en tres fases:

1. Observa el fenomen analític i sistemàticament
2. Revisa tots els factors causals
3. Identifica totes les anormalitats i les redueix a zero

Les lletres "P" i "M" de l'Anàlisi P-M no fan referència a manteniment productiu o preventiu. La "P" es refereix a "fenomen" (l'esdeveniment anormal a controlar). "M" es refereix a "mecanisme", i també als 4 inputs de la producció (les 4M) que s'examinen com factors causals: màquines, personal, materials i mètodes.

L'Anàlisi P-M analitza físicament les pèrdues cròniques d'acord als principis inherents i lleis naturals que les governen. Este anàlisi clarifica la mecànica de la seua ocurrència i les condicions que deuen controlar-se per evitar-les.

El principi bàsic de l'Anàlisi P-M és comprendre en primer lloc (en termes físics precisos) el que succeeix quan una màquina s'avaria o produeix peces o materials roïns, i com ocorre açò. Aleshores es poden identificar i tractar tots els factors causals i eliminar les pèrdues cròniques.

Els equips de millora a l'emprar l'Anàlisi P-M segueixen la següent seqüència:

1. Analitzen físicament els problemes crònics tals com defectes i fallades d'acord amb els principis d'operació de la màquina.

II. Objectius

2. Defineixen les condicions constituents o essencials subjacents en el fenomen anormal.
3. Identifiquen tots els factors que contribueixen lògicament al fenomen en termes de les 4M: mecanismes de l'equip, materials, mètodes emprats i accions de persones.

Els passos per portar a terme l'Anàlisi P-M són els següents:

Pas 1. Clarificar el fenomen

En l'Anàlisi P-M, "clarificar el fenomen" significa utilitzar les habilitats d'observació per acaptar fets i il·luminar els conceptes subjacents.

Per evitar actuar basant-se en suposats infundats, hi ha que observar el fenomen en viu en la planta, però únicament contemplar l'escena d'un problema no és suficient. Els equips de millora deuen plantejar-se algunes qüestions com per exemple:

- Durant quina operació específica de la màquina ocorre el fenomen?
- Ocorre sempre en les mateixes circumstàncies?
- Ocorre a intervals regulars o irregulars?
- Millora o empitjora en el temps?
- Ocorre en més d'una màquina?
- Ocorre sols amb certs operaris?

L'adopció d'esta perspectiva centra l'enfocament del fenomen i ajuda als equips a comprendre-ho apropiadament.

Hi ha que estratificar el fenomen en les unitats més xicotetes verificables i sempre hi ha que preguntar-se de forma reiterativa (al menys tres voltes) "per que" quan es selecciona un tema de millora.

Definir el fenomen significa comprendre-ho correctament i classificar-lo per tipus o patró basat en el que consisteix, com ocorre, on ocorre, quina classe de màquines estan involucrades, etc. Els passos clau en la definició del fenomen són:

II. Objectius

- Eliminar les idees preconcebudes; evitar errors: Especificar clarament els elements a observar amb la fi d'evitar errors basats en suposicions.
- Observar en la pantalla: connectar el problema amb les unitats més xicotetes possibles observant personalment els elements físics sobre el terreny.
- Classificar els fenòmens: Classificar adequadament el que s'haja observat.
- Investigar les desviacions: Clarificar la distinció entre el que és normal i anormal en el que s'haja observat

Pas 2. Anàlisi físic

L'anàlisi físic explica apropiadament el fenomen estratificat des d'un punt de vista físic.

El procediment de l'anàlisi físic és el següent:

- Identificar els principis operacionals: revisar els diagrames i manuals de la màquina per a comprendre els principis operacionals bàsics de l'equip. Identificar i documentar els principis directament relacionats amb el fenomen. És convenient diagramar l'estructura dels mecanismes rellevants i mostrar com funcionen.
- Identificar els estàndards operacionals: dibuixar esquemes simples de la màquina. Relacionar els principis operacionals amb els mecanismes de l'equip per a identificar els estàndards que regeixen les condicions normals.
- Identificar els elements que interactuen: dibuixar diagrames de contacte per a identificar quines relacions defineixen el fenomen. Per a explicar el deteriorament considerem els punts de contacte entre l'equip i la peça.
- Quantificar els canvis físics involucrats: identificant les quantitats físiques apropiades i els canvis en eixes quantitats. Una volta que s'han identificat i diagramat els elements que interactuen, hem de quantificar els canvis físics que ocorren en la seu relació, emprant unitats físiques.

Pas 3. Identificar les condicions constituents

El següent pas és revisar totes les condicions que consistentment donen origen al problema. Estes són les condicions constituents que són necessàries o bé suficients per a

II. Objectius

que passe el fenomen físic analitzat en el pas previ. Estes condicions abarquen tots els factors causals.

Com es mostra en la taula següent, qualsevol condició constituent cau en una de les categories 4M de "inputs" de producció:

- Màquines: funció i precisió de l'equip.
- Personal: nivell de capacitats humanes.
- Materials: qualitat de les peces/materials rebuts del procés anterior.
- Mètodes: adequació de procediments estàndards.

Estes categories són útils en l'Anàlisi P-M perquè el fenomen del defecte pot sempre derivar-se de factors causals de, com mínim, una de les quatre àrees.

Taula II.1. Les 4Ms

Categoria 4M	Condicions constituents
Equip Precisió i fiabilitat	Quan qualsevols part de la màquina funcione mal, buscar vincles amb el fenomen anormal i les condicions que produiran
Mètodes estàndards	Buscar vincles amb el fenomen físic defectuós qual els estàndards designats siguen inadequats o massa elàstics
Persones Qualitat de les habilitats aplicades	Buscar vincles amb el fenomen anormal quan el personal relacionat amb els estàndards no els compleixen.
Materials Qualitat del procés anterior	Buscar vincles amb el fenomen anormal quan el material o peces de processo anteriors són de qualitat deficient

II. Objectius

Per a revisar les “condicions constituents”, deuen seguir-se les següents passos:

1. Identificar mecanismes de l'equip
2. Entendre com funcionen junts els mecanismes
3. Considerar la relació causa-efecte entre els mecanismes i fenòmens anormals
4. Identificar les condicions constituents de l'equip
5. Identificar les condicions constituents relacionades amb estàndards i persones encarregades de complir-les
6. Els estàndards designats són massa elàstics o inadequats
7. Les persones encarregades de complir-los no ho estan fent
8. Identificar les condicions constituents relacionades amb la qualitat del procés anterior.

Pas 4. Estudiar les 4Ms per a factors causals

En este pas hi ha que llistar i investigar qualsevol correlació entre les condicions constituents identificades en el pas previ i els “inputs” bàsics (4Ms) de producció. Es a dir, identificar les relacions causes-efecte entre les condicions constituents i elements específics de les 4Ms. La condició constituent es ara “l'efecte”, i es revisen els elements 4M per buscar “causes” potencials. S'identifiquen tots els elements lògicament concebibles com necessaris per generar les condicions constituents.

Hi ha tres nivells de factors:

1. Les condicions constituents: s'identifiquen a nivell de mecanisme i són els efectes del següent nivell.
2. Correlació 4M primària: s'identifiquen a nivell de subconjunt i es consideren causes de les condicions constituents i efectes del següent nivell.
3. Correlació 4M secundària: s'identifiquen a nivell de component i es consideren causes de les correlacions primàries.

Les condicions constituents, i les correlacions primàries i secundàries són totes aquelles causes potencials que es deuen tractar mitjançant mesures correctores. Per tant, els

II. Objectius

elements 4M deuen expressar-se en termes mesurables (verificables) en el major grau possible.

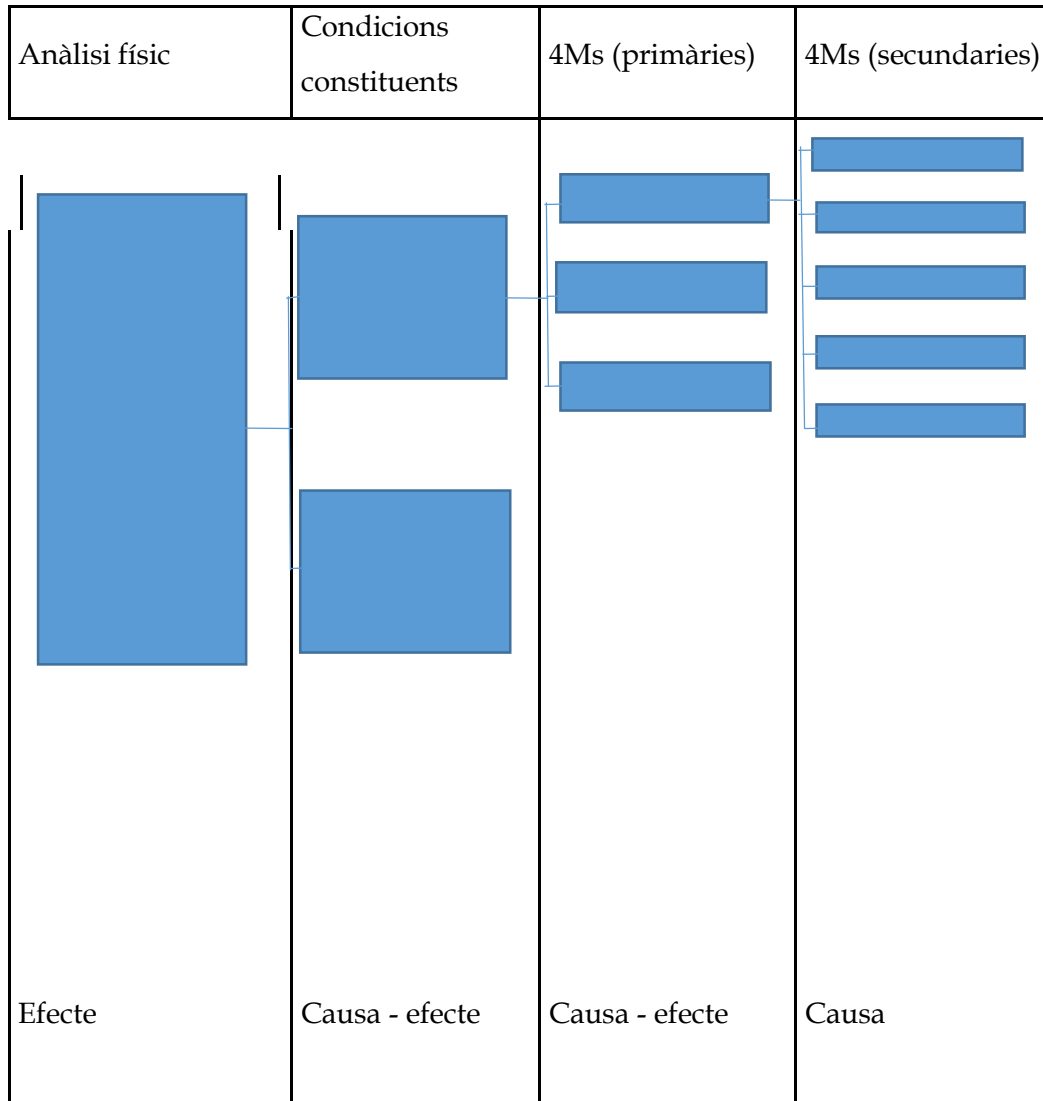


Figura II.1. Correlacions primàries i secundaries

Pas 5. Establir condicions òptimes (valors estàndards)

En els Passos 1 a 4 s'ha definit el fenomen del defecte, s'ha analitzat en termes físics, i llistat tots els factors concebibles associats al fenomen en tres nivells: mecanismes, subconjunts i components. Ara es deuen investigar i identificar totes les anormalitats (incloent les més lleugeres) dins d'estos factors.

II. Objectius

D'acord amb la filosofia de l'Anàlisi P-M, esta investigació no es pot confiar en judici merament subjectius. L'equip deu establir criteris fiables per a determinar si cada causa potencial llistada és normal o anormal.

Deuen seguir-se els següents passos:

- Estudiar tots els estàndards actuals rellevants a nivell de causa potencial
- No assumir els estàndards actuals pel seu valor, aparent, observar com es relacionen les funcions i estructura amb els estàndards de qualitat i estudiar cada manual rellevant per a determinar les vertaderes condicions òptimes
- Clarificar els límits entre el normal i el anormal
- No desistir quan no hi ha estàndards: enlloc d'això, confirmar via anàlisi i disseny d'experiments.

Pas 6. Investigar anormalitats en factors causals

En este pas, els equips fan el següent:

- Determinen els modes més eficients i fiables per a mesurar el desfasament entre la condició dels factors causals identificats en els Passos 3 i 4 i els seus ideals confirmats en el Pas 5
- Determinen el mode més eficient d'investigar físicament tots els factors en la pròpia màquina
- Realitzen la investigació, mesuren els valors estudiats i els comparen amb els estàndards òptims per a determinar quins factors contenen anormalitats i són en conseqüència causes actuals del fenomen del defecte

Idealment, els equips deuen investigar tots els elements llistats com factors causals. Encara que, generalment açò exigeix massa temps per a que siga pràctic. Així, es pot refinar el procediment i alleugerar-se atacant un sol nivell a la volta:

- Mesurar l'estatus dels elements llistats com condicions constituents
- Revisar i mesurar les 4M primàries solament per a les condicions constituents els valors mitjans dels quals siguen diferents als valors estàndards

II. Objectius

- Revisar i mesurar les 4M secundaries solament per a les 4M primàries els valors mitjans de les quals siguen diferents als valors estàndards

Pas 7. Determinar les anormalitats a tractar

Arribat a este punt, donat que s'han identificat tots els factors causals i investigat les seues condicions emprant mètodes de mesurament apropiats, es pot decidir quines desviacions de condicions es consideraran vertaderes anormalitats i es tractaran en conseqüència. Les següents directrius han provat ser útils:

- Investigar profundament tots els factors
- Comparar les condicions anormals amb els estàndards corrents o provisionals
- Pensar en termes de condicions òptimes, no sols en condicions necessàries
- Classificar com anormal qualsevol fet en el límit entre el normal i el anormal
- Assegurar que comprèn els factors causals associats amb cada condició classificada com anormal

Pas 8. Proposar i fer millores

En este pas final de l'Anàlisi P-M, els equips proposen i realitzen qualsevol millora i correccions requerides per a cada anormalitat, planificant i instituint mesures preventives apropiades.

A continuació s'exposen 5 claus per a implantar millores:

- Recordar que la restauració de les condicions òptimes va abans del reemplaçament o modificació del disseny
- Després de la restauració, planificar millores que resolguen problemes estructurals de l'equip, actualitzen tecnologies obsoletes i eviten repeticions.
- En la restauració i millor de l'equip, agrupar tants factors com siga possible i gestionar-los conjuntament.
- Confirmar la precisió dels resultats.
- Estandarditzar les millores i establir mesures preventives.

II. Objectius

II.4.2. Cicle de Shewhart-Deming

Ideat originàriament per Walter Shewhart, però adaptat al llarg del temps per alguns dels més importants personatges del món de la qualitat, entre els que destaca William Deming, el Cicle de Shewhart-Deming o CAPD. És una guia lògica i racional per actuar en una gran varietat de situacions, una de les quals es resoldre problemes.

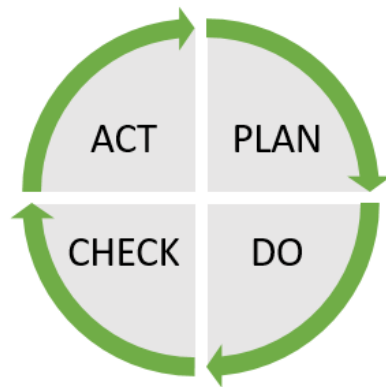


Figura II.2. Cicle CAPD

II.4.3. Anàlisi causa-efecte (espina de peix o diagrama de Ishikawa)

L'objectiu d'esta ferramenta és identificar la causa d'un problema aplicant l'experiència i el coneixement d'un grup de persones a través d'una tempesta d'idees estructurada. També pot emprar-se per a identificar possibles formes d'assolir un efecte desitjat.

Les seues aplicacions són les següents:

- Determinar la causa principal
- Determinar les potencials causes arrel
- Determinar les possibles solucions
- Planificar i implementar un canvi en el procés o una solució.

II. Objectius

Es construeix de la següent forma:

1. Escriure de forma resumida el problema o efecte que va a analitzar-se en el “cap” del diagrama d’espina de peix
2. Determinar les categories més apropiades per agrupar les causes. Les categories que es solen utilitzar són les 4Ms
3. Realitzar una tempesta d’idees sobre les potencials causes de cada categoria. L’equip no deu pensar solament en les diferents variables i causes que contribueixen a cadascuna de les categories de les “espines”, sinó també en les variacions que poden tindre cadascuna d’elles i en com poden afectar estes variacions a les demés.
4. Identificar les relacions causa-efecte entre els factors de cada categoria
5. Construir el diagrama d’espina
 - Les categories principals consisteixen les “espines més grans” del diagrama.
 - Les causes i subcauses deuen anar en espines cada volta més xicotetes
6. Utilitzar la recollida de dades o el consens, per exemple, per a seleccionar les causes més importants, o les més probables, per a una investigació més profunda.

II.4.4. Gràfic i Anàlisi de Pareto

L’objectiu del gràfic de Pareto es comparar la freqüència i/o l’impacte dels diferents tipus de problemes o de les seues cause. Permet la selecció de les prioritats de millora.

Les seues aplicacions són:

- Establir prioritats
- Definir els problemes/oportunitats
- Determinar la causa arrel

Els passos a seguir per a generar un gràfic de Pareto són els següents:

1. Identificar el procés i els tipus de problemes o causes que van a mesurar-se
2. Determinar la freqüència necessària i el mètode de recollida de dades apropiat.
3. Recollir les dades i agrupar-les
4. Calcular el total per a cada categoria en el període de temps analitzat

II. Objectius

5. Calcular els percentatges
6. Dibuixar els eixos del gràfic
7. Dibuixar les barres, d'esquerra a dreta, en orde descendent. Etiquetar cadascuna d'elles baix de l'eix horitzontal
8. Afegir una escala percentual en el eix vertical, a la dreta de zero a 100 per 100. Dibuixar una "línia acumulativa" afegint el valor de cada barra, d'esquerra a dreta, fins assolir el 100 per 100.

II.4.5. Diagrama de Gantt

L'objectiu d'este diagrama és planificar i utilitzar el temps de forma eficient, identificant la seqüència òptima d'activitats a realitzar i els possibles solapaments entre elles.

Es poden aplicar per a :

- Identificar i organitzar els diferents passos necessaris per a completar un projecte o una tasca
- Planificar la implementació de les millores

A continuació es mostren els passos a seguir per a crear un diagrama de Gantt:

1. Identificar el resultat esperat i la data de finalització de la tasca o del projecte
2. Organitzar una tempesta d'idees per a elaborar la llista d'accions que deuen realitzar-se per a completar la tasca o projecte. Refinar la llista combinant les accions relacionades, eliminant les que estiguin duplicades, etc.
3. Enumerar les tasques en orde cronològic en la part esquerra d'una fulla
4. Completar-ho amb les unitats de temps adequades en la part superior del diagrama
5. Decidir el temps que portarà realitzar cadascuna d'elles
6. Identificar les dates de començament i fi de cadascuna. Recórrer la llista per orde i comprovar si alguna d'elles pot realitzar-se simultàniament
7. Comprovar si el resultat obtingut és realista.

II. Objectius

II.5. Metodologia kaizen

II.5.1. Procediment

La metodologia kaizen o de millores enfocades es divideix en 8 etapes o passo com es mostra a continuació:

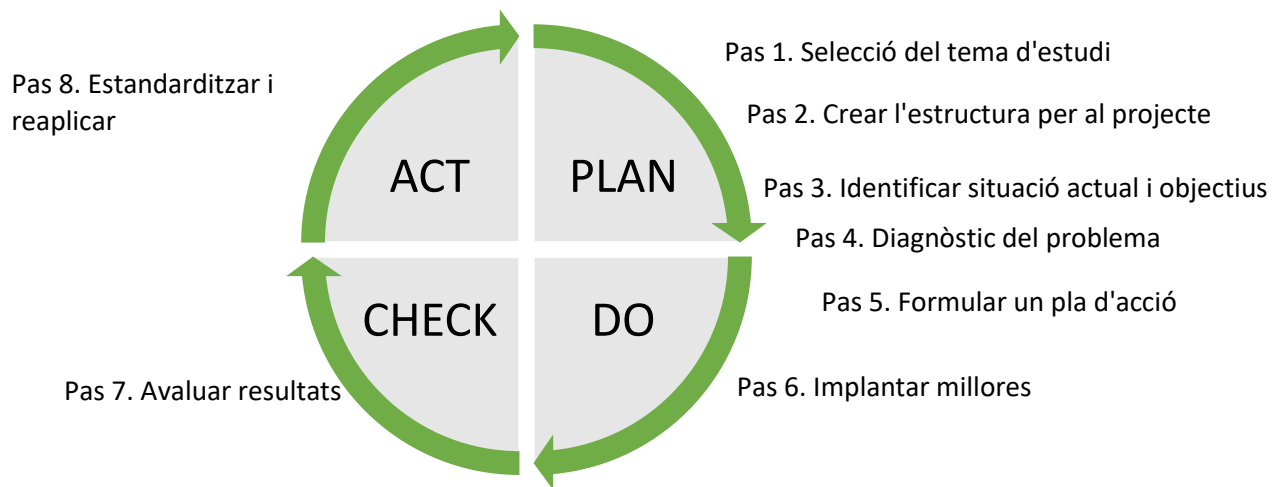


Figura II.3. Cicle CAPD: Metodologia Kaizen

Pas 1. Selecció del tema d'estudi

El tema d'estudi pot seleccionar-se emprant diferents criteris:

- Objectius superiors de la direcció industrial
- Problemes de qualitat i entregues al client
- Criteris organitzatius
- Possibilitats de rèplica en altres àrees de la planta
- Relació amb altres processos de millora continua
- Millores significatives per a construir capacitats competitives des de la planta
- Factors innovadors i altres

II. Objectius

Pas 2. Crear l'estructura per al projecte

L'estructura freqüentment utilitzada és la de l'equip multi-disciplinari. En esta classe d'equips intervenen treballadors de les diferents àrees involucrades en el procés productiu com supervisors, operadors, personal tècnic de manteniment, compres o magatzems, projectes, enginyeria de procés i control de qualitat.

Pas 3. Identificar la situació actual i formular objectius

En este pas és necessari un anàlisi del problema en forma general i s'identifiquen les pèrdues principals associades amb el problema seleccionat. En esta fase es deu recollir o processar la informació sobre averies, fallades, reparacions i altres estadístiques sobre les pèrdues per problemes de qualitat, energia, anàlisi de capacitat de procés i dels temps d'operació per a identificar els colls de botella, aturades, etc. Esta informació es deu presentar en forma gràfica i estratificada per a facilitar la seua interpretació i el diagnòstic del problema, Una volta establerts els temes d'estudi és necessari formular objectius que orienten l'esforç de millora.

Pas 4. Diagnòstic del problema

Abans d'utilitzar tècniques analítiques per a estudiar i solucionar el problema, es deuen establir i mantenir les condicions bàsiques que asseguren el funcionament apropiat de l'equip. Estes condicions bàsiques inclouen: neteja, lubricació, revisions de rutina, etc. També és important l'eliminació completa de totes aquelles deficiències i les causes del deteriorament accelerat degut a fugues, escapaments, contaminació, pols, etc. Açò implica realitzar activitats de manteniment autònom en les àrees seleccionades com pilot per a la realització de les millores enfocades.

Les tècniques analítiques emprades amb major freqüència en l'estudi dels problemes de l'equipament provenen del camp de la qualitat. Degut a la seua facilitat i simplicitat tenen la possibilitat de ser emprades per una majoria dels treballadors d'una planta. Les tècniques més emprades pels equips d'estudi són:

- Mètode Why & Why coneguda com tècnica de conèixer perquè

II. Objectius

- Anàlisi Modal de Fallades i Efectes (AMFES)
- Anàlisi de causa primària
- Mètode de funció dels principis físics de l'averia
- Tècniques d'Enginyeria del Valor
- Anàlisi de dades
- Tècniques tradicionals de Millora de la Qualitat: set ferramentes
- Anàlisi de flux i altres tècniques emprades en els sistemes de producció com Just in Time, SMED, etc.

Pas 5. Formular pla d'acció

Una volta s'han investigat i analitzat les diferents causes del problema, s'estableix un pla d'acció per a l'eliminació de les causes crítiques. Este pla deu incloure alternatives per a les possibles accions. A partir d'estes propostes s'estableixen les activitats i tasques específiques necessàries per a assolir els objectius formulats. Este pla deu incorporar accions tant per al personal especialista o membres de suports com enginyeria, projectes, manteniment, etc., com també accions que deuen ser realitzades pels operadors de l'equip i personal de recolzament rutinari de producció com maquinistes, empacadors, auxiliars, etc.

Pas 6. Implantar millores

Una volta planificades les accions amb detall es procedeix a implantar-les. És important durant la implantació de les accions contar amb la participació de totes les persones involucrades en el projecte incloent el personal operador. Les millores no deuen ser imposades ja que si s'imposen per ordre superior no contarán amb el suport total del personal operatiu involucrat. Quan es pretenga millorar els mètodes de treball, es deu consultar i tindre en conte les opinions del personal que directa o indirectament intervenen en el procés.

II. Objectius

Pas 7. Avaluar els resultats

És molt important que els resultats obtinguts en una millora siguin publicats en una cartellera o panels, en tota l'empresa la qual cosa, ajudarà a assegurar que cada àrea es beneficiï de l'experiència dels grups de millora.

Pas 8. Estandarditzar i reaplicar

En este punt es deu assegurar que la millora ha sigut compartida amb els treballadors i es mantindrà al llarg del temps. Per tant, es portarà a terme la formació pertinent, així com es prepararà el material d'entrenament o procediments que siguin necessaris:

- OPL (One Point Lesson), que consisteix en una fulla explica de forma clara i senzilla un tema referent a la funció de l'equip. La neteja, inspecció, etc.
- Llistes de revisió, etc.

II.5.2. Tipus de Kaizen

Els dos principals tipus de Kaizen que s'empren, segons el grau de complexitat del problema són:

- **Speedy Kaizen** (millora ràpida): La solució adoptada deu ser acceptada per tots els torn de la línia. Es denomina així a la metodologia emprada per a la resolució de problemes senzills. Basat en el cicle CAPD (Check, Act, Plan, Do), este tipus de Kaizen és apropiat per a problemes amb una causa evident, la solució del qual és obvia. Es prefereix per a millores senzilles liderades per operaris degut a la seua simplicitat, facilitat d'implantació i rapidesa per a obtindre resultats. S'aplica per a xicotetes pèrdues, causes relativament senzilles de descobrir on els equips de les línies deuen estar d'acord amb la millora, i tot coordinat per el facilitador de la línia.
- **W5 o Why Why Because**: S'utilitza per a millores complexes degut a que condueix a resultats eficients i excel·lents. S'aplica per a grans pèrdues, amb causes desconegudes i complexes. Este tipus de millora solen ser conduïdes pels caps

II. Objectius

d'àrea, i es resolen mitjançant grups multidisciplinars amb tres o quatre persones permanents.

El procés de millora consisteix bàsicament en:

- Identificar i estratificar el problema, utilitzant les ferramentes explicades (diagrama de Ishikawa, de Pareto, de Gantt) i l'anàlisi 4W+1H (Who?, What?, Where?, When?, How?)
- Conèixer els mecanismes
- Identificar les regles i condicions del procés
- Analitzar cada fenomen individualment utilitzant l'anàlisi 5W
- Aplicar solucions i avaluar resultats

**III. DESENVOLUPAMENT
PROJECTE**

**DESENVOLUPAMENT
PROJECTE**

III. Desenvolupament projecte

III.1. Selecció tema d'estudi.

El departament de producció detecta la necessitat d'una millora en la línia d'envasat 3, ja que esta presenta eficiències molt baixes.

Per la seua part, el departament de manteniment, focalitza la millora en la màquina encaixadora de la línia, ja que s'observa un augment del nombre d'ajustaments a realitzar en eixa màquina per part del personal de manteniment.

Els operaris de la línia contribueixen a la volta a la definició del tema d'estudi mitjançant la realització de nombroses incidències de producció en les que exposen els problemes que estan sorgint en la citada màquina que es tradueixen, en la majoria de casos, en xicotetes aturades o microaturades.

Es defineix així el tema d'estudi: Reducció de Microaturades en encaixadora.

III.2. Creació estructura per al projecte.

Es forma l'equip del projecte format per:

Coordinador TPM

Empleat Departament de Producció

Empleat Departament de Manteniment

Empleat Oficina TPM

Equip de la línia

III. Desenvolupament projecte

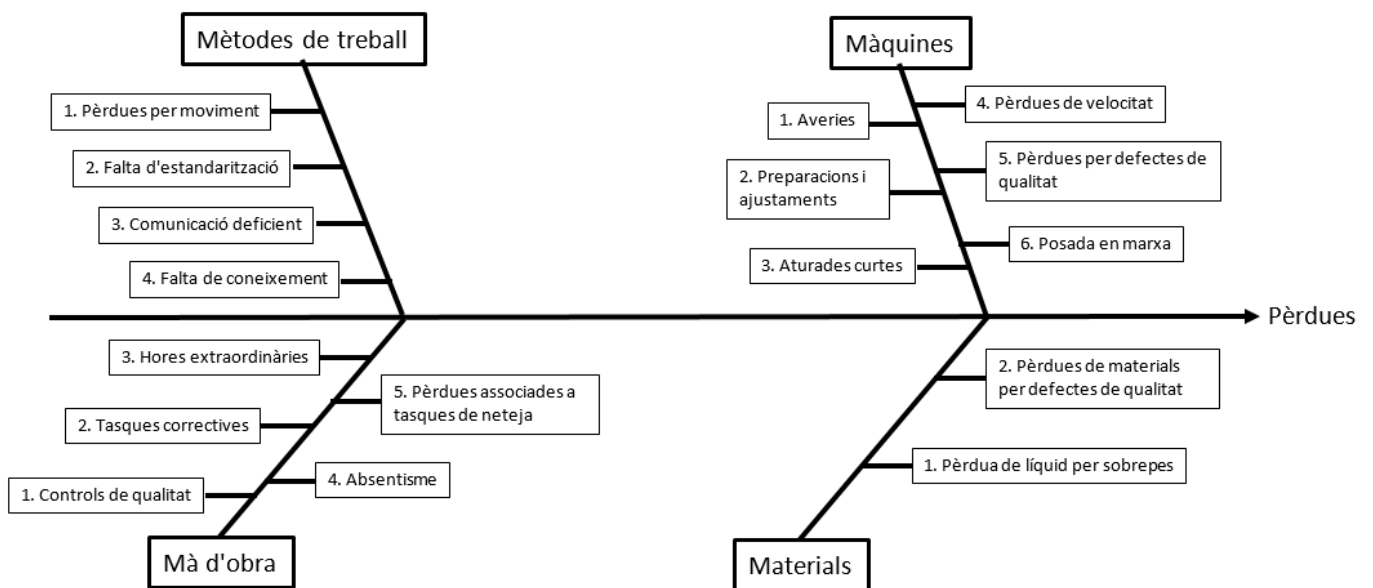
III.3. Identificació de la situació actual i formulació d'objectius.

III.3.1. Estratificació del defecte

Seguint la metodologia de millores enfocades, es tracta d'acotar el tema d'estudi el màxim possible.

Si s'aplica el diagrama de Causa-Efecte a les pèrdues que es poden trobar en una línia de producció:

Figura III.1. Diagrama de Causa-Efecte: Pèrdues en una línia productiva



Segons la metodologia TPM, els principals factors que minven les condicions operatives ideals de les màquines i que impedeixen maximitzar l'eficiència global dels equips poden classificar-se en sis grans grups anomenats com les Sis Grans Pèrdues:

III. Desenvolupament projecte

1. Averies

Ocorren quan el procés es deté perquè un equip perd sobtadament les seues funcions específiques, i es requereix una reparació.

2. Preparació i ajustaments

Són les preparacions i ajustaments de l'equip per a l'arrancada de producció, canvis de marxa, etc.

3. Parades curtes

Son intervencions de curta duració per xicotetes fallades, embussos de peces, defectes d'alimentació, transferències, etc. En este tipus de pèrdua no es fa malbé l'equip i, en general, es considera que són les aturades menors a 10 minuts (en cas que siga major, es sol considerar com averies amb la fi de ressaltar la seua importància, encara que l'equip no haja sigut danyat).

4. Velocitat reduïda

Estes pèrdues són degudes a que s'opera a una velocitat inferior a la velocitat màxima de disseny. Açò és degut a que a velocitats elevades ocorren defectes de qualitat i aturades menors.

5. Defectes de qualitat del procés.

Son causades pels productes fabricats que resulten defectuosos o fora d'especificacions, i empren un temps determinat de l'equip pe a la seua producció (que es perd degut a que són rebutjats per no ser aptes per a ser comercialitzats, i posteriorment han de ser retreballats o eliminats).

6. Pèrdues de rendiment en la posada en marxa.

Estes pèrdues es refereixen al rendiment reduït entre el començament de la producció i l'estabilització de la mateixa després d'arrancada, canvi de marxa, reparació, etc. (situat per baix de la capacitat que pot obtenir-se quan es supera esta fase).

III. Desenvolupament projecte

Per a focalitzar l'estudi en una d'estes sis grans pèrdues, en primer lloc es recull informació sobre eficiències i es trauen informes i estadístiques. Les eficiències es calculen a partir d'una aplicació informàtica anomenada PAMCO, en la que es registren diàriament, per cada línia, torn i ordre de fabricació les següents dades:

- Temps Total producció: Torn o ordre de fabricació
- Temps de aturades planificades: TPM, Manteniment Preventiu
- Temps de aturades rutinàries: Netejes, ajustaments
- Temps de aturades imprevistes: falta de materials, averies, microaturades
- Quantitat Total fabricada

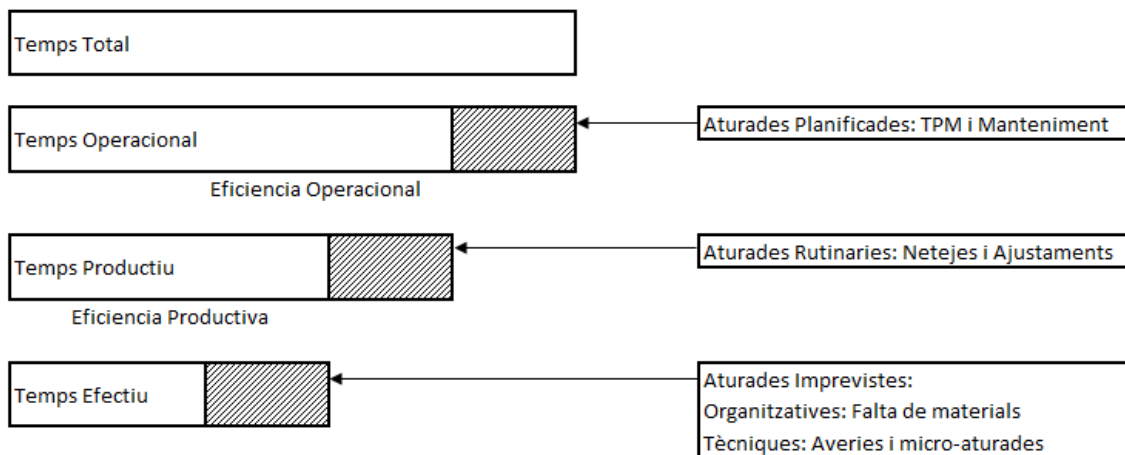


Figura III.2. Càlcul de temps i eficiències

III. Desenvolupament projecte

El següent anàlisi de Pareto, s'elabora a partir de les dades d'aturada imprevistes tècniques en la línia envasadora 3 durant el mes anterior. Les parades estan classificades en funció de la màquina o element que les causa:

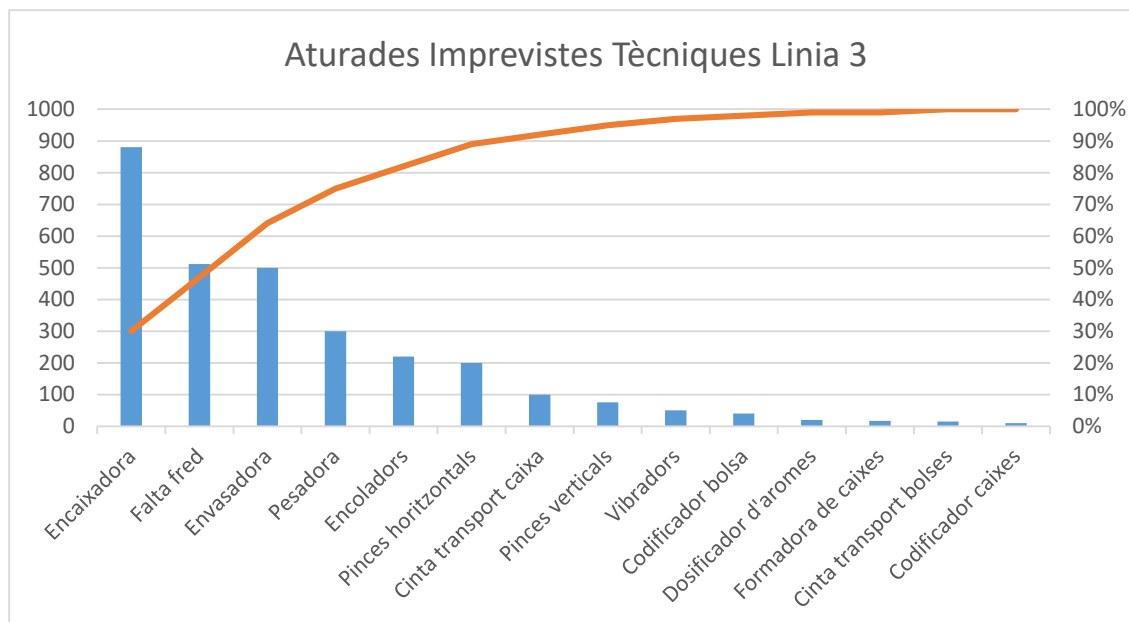


Figura III.3. Anàlisi de Pareto Aturades Imprevistes Tècniques Línia 3

S'observa que efectivament, la major part d'estes aturades (30%) es deuen a problemes en l'encaixadora, encara quan la màquina no funciona sempre que ho fa la línia. L'encaixadora sols funciona amb un producte en concret, que suposa solament un 30% de la producció total. Tenint en compte, que existeixen previsió d'augmentar el volum de producció d'este tipus, la millora es fa encara més necessària.

Una volta comprovat que la millora deu enfocar-se en la màquina encaixadora dins de la línia 3, es realitzen observacions a peu de línia per a començar a estudiar i estratificar el problema. S'observa la màquina en funcionament (temps productiu sense aturades llargues per falta de material o averies) durant un total de 200 min. Obtenint el següent resultat:

III. Desenvolupament projecte

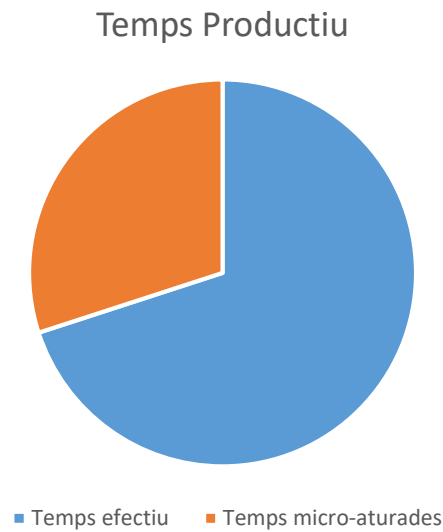


Figura III.4. Temps productiu observat

S'observa que la pèrdua d'eficiència productiva deguda a microaturades en la màquina és d'un 30%. Es classifiquen els tipus de microaturades, segons la causa que els provoca en:

- Retencions a l'eixida de l'encaixadora
- Retencions de borses baix l'introduïdor
- Retencions de caixes en la formació de caixes
- Borses que no agafen caixes
- Microaturades rutinàries (inevitables): posar cola, netejar cola, alarmes
- Altres

I s'estratifica el defecte com segueix:

III. Desenvolupament projecte

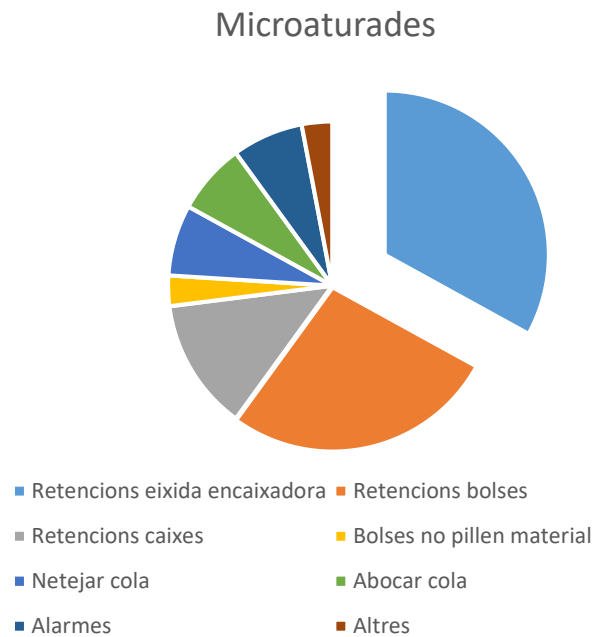


Figura III.5. Tipus de microaturades observades

Per la qual cosa, es decideix acotar encara més el camp d'estudi i centrar-se únicament en les microaturades causades per retencions (73% de les microaturades) i entre ells, en els causats per retencions a l'eixida de l'encaixadora (33%)

III.3.2. Descripció del fenomen.

Una volta definit el fenomen de l'estudi, es passa a descriure tots els factors que inicialment poden afectar al problema, es tracta de l'anàlisi 4W+1H:

Who?

Hi ha alguna diferència entre el personal que està treballant?
S'aprecien diferències relacionades amb el personal de la línia i sobretot del personal de manteniment, ja que l'ajustament de la màquina és determinant per al correcte funcionament de la mateixa.

What?

Hi ha diferències relacionades amb els materials?

III. Desenvolupament projecte

En principi, no s'observa cap diferència.

Where?

Hi ha diferències en la ubicació de l'equip, components, etc.?

El problema apareix a l'eixida de l'encaixadora en la caiguda al transportador.

When?

Hi ha alguna diferència en el temps o en la seua duració?

Ocorre durant tota la producció.

How?

Han variat les circumstàncies o events?

Les circumstàncies del procés han variat, ja que s'ha adaptat la màquina pera a fer caixes amb mesures diferents.

III.3.3. Mesurament del defecte.

S'utilitza com a paràmetre per avaluar el defecte i la potencial millora , el MTBF (Mean Time Between Failures)

$$MTBF = \frac{\text{Temps productiu}}{n^{\circ} \text{ aturades}}$$

S'observen un total de 10 microaturaments degut a retencions a l'eixida de l'encaixadora durant els 200 minuts d'observacions, pel que el valor inicial d'este paràmetre serà:

$$MTBF = \frac{200 \text{ min}}{10 \text{ micro aturades}} = 20 \text{ min}$$

III. Desenvolupament projecte

III.3.4. Valoració de la pèrdua.

La pèrdua es quantifica econòmicament en funció de les pèrdues de temps productiu perdut i les caixes que es perden en les retencions:

$$\text{Mà d'obra} = \frac{425 \text{ min/torn}}{20 \text{ min}} = 21 \text{ micro aturades/torn}$$

$$21 \text{ micro aturades/torn} * 2 \text{ min/micro aturades} = 42 \text{ min/torn}$$

$$\frac{42 \text{ min/torn}}{60 \text{ min/hora}} = 0.7 \text{ hora/torn} * 4 \text{ operaris} * 16 \text{ €/hora} = \mathbf{44.842 \text{ €/torn}}$$

$$\text{Caixes} = 21 \text{ micro aturades/torn} * 0.2 \text{ €/caixa} = \mathbf{4,2 \text{ €/torn}}$$

$$\text{TOTAL} = 44,842 \text{ €} + 4,2\text{€} = 49.04 \text{ €}$$

$$\text{TOTAL ANUAL} = 49 \text{ €/torn} * 105 \text{ torn/any} = \mathbf{5145 \text{ €/any}}$$

El temps mitjà productiu/torn i el nombre de torns/any en que es fabriquen este tipus de producte, es calculen a partir de dades històriques proporcionades pel Departament de Producció (PAMCO) i el Departament de Planificació respectivament.

III.3.5. Objectiu.

S'estableix l'objectiu de reduir el nombre de retencions a l'eixida de l'encaixadora en un 70%, el que suposaria una reducció de 21 a 7 microaturades/torn, es a dir, passar de un $MTBF=20 \text{ min}$ a un $MTBF=60 \text{ min}$.

III. Desenvolupament projecte

III.3.6. Potencial d'estalvi

$$\text{Potencial d'estalvi} = 0.7 * 5145 \text{ €/any} = 3602 \text{ €/any}$$

Hi ha que senyalar que, donat que en principi, les microaturades deguts als tres tipus de retencions que es mencionen, pareixen tindre algunes causes comuns, la reducció d'este tipus de microaturades pot reduir la resta, pel que l'estalvi podria resultar major que el calculat.

III.4. Diagnòstic del problema.

Per a realitzar l'anàlisi és necessari comprendre el procés i el funcionament dels distints mecanismes que en ell intervenen. Així com tots els factors que puguen afectar al defecte (4M's).

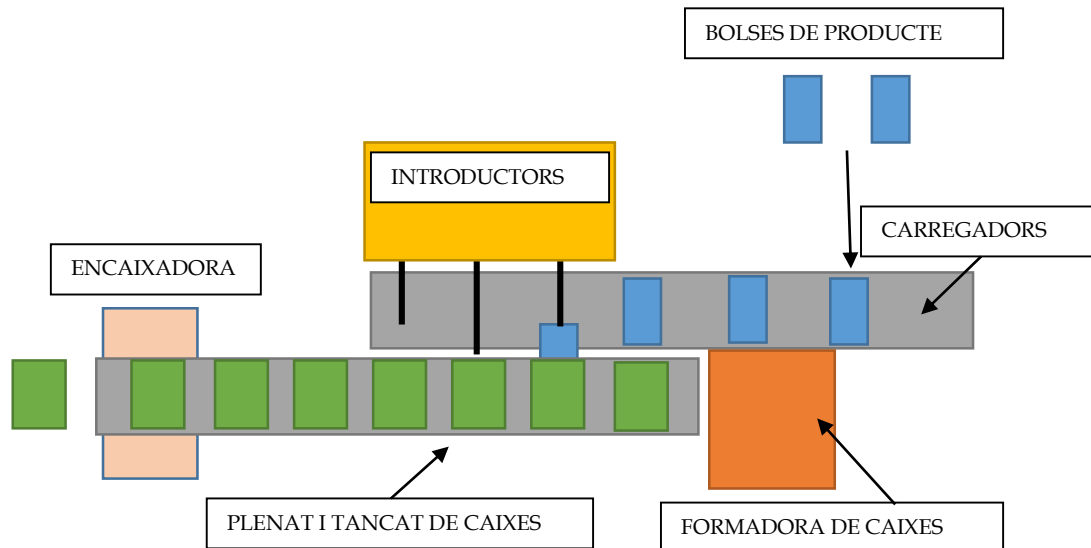


Figura III.6. Diagrama del procés

1.- Les borses de producte, procedents de l'envasadora, es col·loquen manualment en els catúfols del carregador agrupades de dos en dos. La correcta col·locació de les borses depèn de les persones i el mètode de col·locació que empren, ja que es realitza de forma

III. Desenvolupament projecte

manual, i del tipus de producte (productes més voluminosos...). Els catúfols amb càrrega de producte donen orde de format de caixa.

2.- Les caixes s'entren plegades i apilades en la zona superior de l'encaixadora, per a la seua correcta col·locació, es disposa d'un empenyedor. El formador de caixes té unes ventoses que agarren la primera caixa, i la giren mentre baixa per a col·locar-la a l'entrada de l'encaixadora, obrint-se i formant-se esta durant el trajecte.

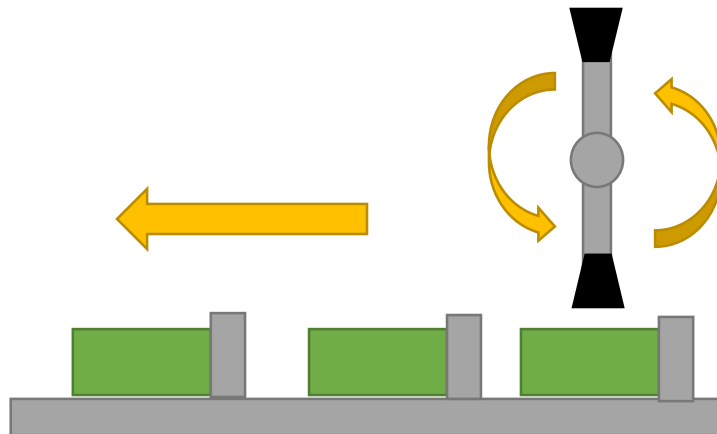


Figura III.7. Formador de caixes

3.- Les caixes formades s'alineen amb el catúfols carregats de producte i els introductors omplen les caixes empenyent les borses en el seu interior. Per a que les borses s'introdueixen correctament, la caixa deu estar ben formada i alineada amb el catúfol, i les borses col·locades correctament en este.

4.- Després d'omplir les caixes, unes guies pleguen les solapes laterals i posteriorment, altres guies, pleguen les inferiors i preparen la caixa per a passar pels encoladors.

5.- Els encoladors estan formats per dos rodets que apliquen cola en les solapes superiors de la caixa al seu pas. Per a la correcta aplicació de la cola, els encoladors deuen estar ben ajustats. Disposen a més d'uns controladors de temperatura amb mecanisme ON/OFF, el funcionament del qual és essencial per assegurar una temperatura de cola adequada.

III. Desenvolupament projecte

6.- A l'eixida dels encoladors unes guies laterals pleguen les solapes superiors de la caixa permetent així el segellat de la mateixa. En el segellat influeixen tant el temps (velocitat) com la pressió exercida per les guies (amplària entre guies).

7.- A l'eixida de l'encaixadora, les caixes cauen a una cinta transportadora que les condueix a la zona de paletitzat.

III. Desenvolupament projecte

	Nivell unitat		Nivell sub-unitat		Nivell parts, materials, mètodes					Resultat <i>Anàlisi</i>	
	W-1 <i>Causa imaginada/Inspecció</i>	Verificació	W-2 <i>Causa imaginada/Inspecció</i>	Verificació	W-3 <i>Causa imaginada/Inspecció</i>	Verificació	W-4 <i>Causa imaginada/Inspecció</i>	Verificació	W-5 <i>Causa imaginada/Inspecció</i>		Verificació
Fenomen			1.1 Mal posicionament de les borses	X	1.1.1. Mala aliniació d'origen	O					1. Conduir les borses abans de l'encaixat mantenint la cadència
					1.1.2. Defecte en la descàrrega a cinta de posicionat	X	1.1.2.1. Caiguda no homogènia de les borses	X	1.1.2.1.1. Cauen arrugades o plegades	O	
					1.1.3. Avançament incorrecte de la cinta de posicionat	X					
					1.2.1 Lectura defectuosa de la fotocèl·lula	O					
					1.2.2. Paràmetres d'avanç y atur incorrectes	X					
Aturades de la línia degut a problemes en l'encaixadora											

III. Desenvolupament projecte

Reclamacions per falta de borses <input type="radio"/> Aturar <input checked="" type="radio"/> Continuar	1. Mal funcionament de l'encaixadora	X	1.2 Mal agrupament de les borses	X	1.2.3. Mosaic incorrecte	X	No existeixen suficients programes i la memòria no permet crear tants programes com productes. Quan no hi ha programa es modifica algun dels existents, provocant pèrdues de temps i errors de funcionament	2. Crear i estandarditzar programes per a l'encaixadora per grups de productes segons: Nombre de borses Longitud de borsa Altura de borsa		
			1.3 Mal funcionament de l'introductor	X	1.3.1. Paràmetres incorrectes	X			1.3.2. Introductor no té pressió o la perd durant el trajecte	O
			1.3.3. Montatge incorrecte de l'introductor	X	1.3.3.1. Introductor asimètric amb una única posició correcta	X				O
			1.4 Mal centrat de les caixes	X	1.4.1. Tope mal posicionat respecte a l'introductor	O				
								3. Crear OPL i donar formació 4. Crear OPL i senyalitzar posició correcta 5. Crear OPL i donar formació		

Figura III.8. Anàlisi Why Why Because de l'encaixadora

III. Desenvolupament projecte

III.5. Formulació pla d'acció.

Durant el projecte, l'equip es reuneix setmanalment per a realitzar les distintes fases de l'estudi i anàlisi dels resultats que van obtenint-se. La següent taula de seguiment mostra el pla d'accions portada a terme:

Taula III.1. Fulla de seguiment del projecte

Nº	DATA	Descripció	Responsable	Estat
1	20-9	Establir horari de reunions setmanals: Dijous 12-13h	Tots	Realitzat
2	20-9	Analitzar informació PAMCO sobre eficiències i aturades línia 3	J.A.	Realitzat
3	20-9	Contrastar informació PAMCO entre diferents formats i productes de l'encaixadora	J.A.	Realitzat
4	20-9	Realitzar observacions microaturades	J.A. i B.N.	Realitzat
5	26-9	Comprovar funcionament del sistema de calefacció dels encoladors	J.A. i B.N.	Realitzat
6	26-9	Comprovar i ajustar guiat de caixes	D.M.	Realitzat
7	26-9	Prendre i analitzar dades de microaturades	J.A.	Realitzat
8	5-10	Comprovar i ajustar introductors	D.M.	Realitzat
9	5-10	Mesurar i ajustar velocitat de l'encaixadora	J.A. i D.M.	Realitzat
10	5-10	Comparar mesures de caixes	J.A.	Realitzat
11	19-10	Canviar dispositiu control de Temperatura d'encoladors	B.N.	Realitzat
12	2-11	Documents d'anàlisi	J.A. i B.N.	Realitzat
13	2-11	Complimentar fulles de verificació	J.A. i B.N.	Realitzat
14	2-11	Canviar banda i vore si cal més pes en l'empenyedor	D.M.	Realitzat
15	2-11	Ajustar cintes i col·locar guies a l'eixida de l'encaixadora	D.M.	Realitzat

III. Desenvolupament projecte

16	2-11	Fer OPL de paràmetres de controladors de temperatura	J.A. i B.N.	Realitzat
17	2-11	Fer OPL col·locació correcta de borses	J.A. i D.M	Realitzat
18	2-11	Fer OPL ajustament encoladors	J.A. i B.N.	Realitzat
19	23-11	Realitzar observacions per a comprovar resultats	J.A. i B.N.	Realitzat
20	7-12	Avaluar resultats	J.A. i B.N.	Realitzat

A partir de la planificació del treball que es mostra en la taula de seguiment es pot mostrar l'evolució de les principals accions portades a terme en el següent Diagrama de Gantt:

Pla d'acció		Set	Oct	Nov	Des	Data planificació	Data finalització
PLAN	Selecció tema estudi i equip del projecte	■				20-9	20-9
	Anàlisi dades PAMCO, estratificació del defecte	■				20-9	26-9
	Observacions	■	■			20-9	5-10
	Anàlisi	■	■	■		26-9	2-11
DO	Ajustar guiat de caixes	■	■			5-10	5-10
	Ajustar introductors		■			19-10	19-10
	Canviar mode funcionament controladors T ³			■		19-10	2-11
	Ajustar encoladors			■		2-11	2-11
	Col·locar contrapes en l'empenyedador de caixes			■		2-11	9-11
	Ajustar cintes laterals a l'eixida de caixes			■		2-11	9-11
	Col·locar guies a l'eixida de l'encaixadora			■		2-11	9-11
CONTROL	OPL Paràmetre de controladors T ³			■		2-11	9-11
	OPL Ajustament encoladors			■	■	2-11	23-11
	OPL Col·locació correcta de borses			■	■	2-11	30-11
	Observacions				■	23-11	14-12

Figura III.9. Diagrama de Gantt

En este diagrama s'inclou el Pas 6. Implementar millores i la seua progressió en el temps així com les observacions necessàries per a realitzar el Pas 7. Avaluació de resultats. No així, la última fase (ACT) el Pas 8. Estandardització i Reaplicació per tractar-se d'una fase molt llarga que encara està en procés.

III. Desenvolupament projecte

III.6. Implementació de millores.

Les accions portades a terme, poden dividir-se en accions que eliminen la causa origen del problema, i accions que esmorteixen l'efecte o problema:

ACCIONS D'ELIMINACIÓ DE CAUSA ORIGEN			
Nº	Descripció	Responsable	Estat
1	Canviar les guies laterals de caixes per unes més amples	D.M.	Realitzat
2	Canviar el mode de funcionament dels controladors de temperatura dels encoladors de "ON/OFF" a "PID"	B.N.	Realitzat
3	Ajustar encoladors	D.M.	Realitzat
4	Ajustar cintes laterals a l'eixida de caixes	D.M.	Realitzat
5	Col·locar guies a l'eixida de l'encaixadora	D.M.	Realitzat
6	Col·locar contrapés en l'empenyedor d'alimentador de caixes	D.M.	Realitzat
7	Ajustar introductors	D.M.	Realitzat

ACCIONS D'ELIMINACIÓ DE CAUSA ORIGEN			
Nº	Descripció	Responsable	Estat
1	OPL Paràmetres de controladors de temperatura	J.A. i B.N.	Realitzat
2	OPL Col·locació correcta de bolses	J.A. i D.M.	Realitzat
3	OPL Ajustament encoladors	J.A. i B.N.	Realitzat

Taula III.2. Accions

III.7. Avaluació de resultats.

Una volta implantades les millores, es realitzen observacions de nou, fins un total de 200 minuts de funcionament de la màquina, arribant a les següents conclusions:

- El temps d'aturades imprevistes tècniques en la línia 3 degudes a l'encaixadora s'ha reduït d'un 29% a un 5% (dades del PAMCO)
- El temps de microaturades en l'encaixadora s'ha reduït d'un 30% a un 4%.
- S'ha superat l'objectiu de reduir les microaturades degut a retencions en l'eixida de l'encaixadora en un 70%. S'ha aconseguit eliminar este tipus de retencions, el que suposa un $MTBF = \infty$

III. Desenvolupament projecte

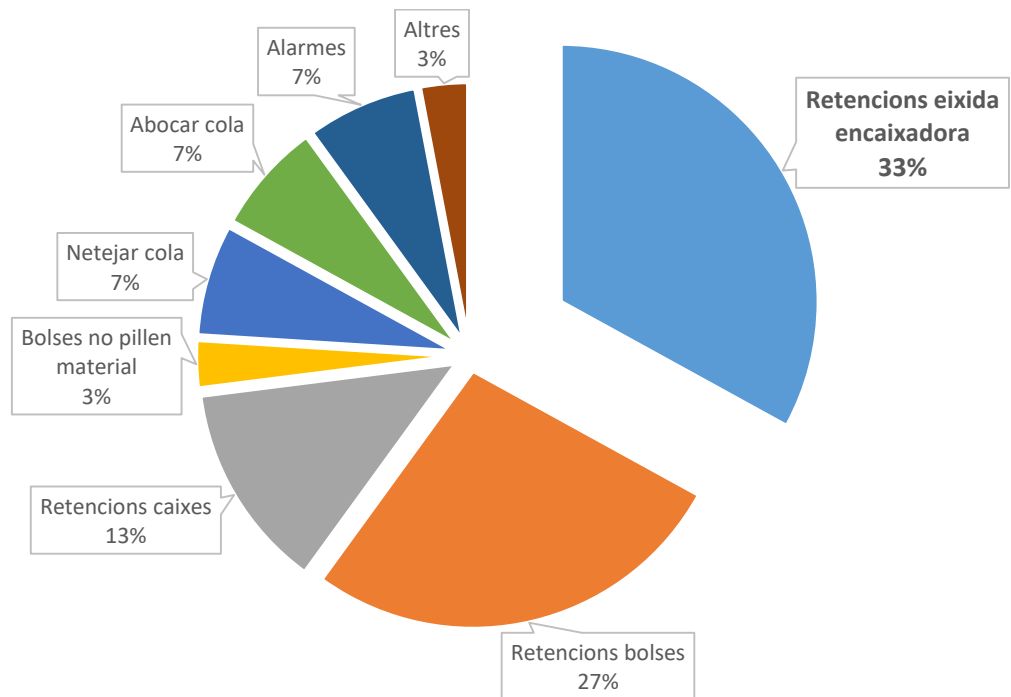


Figura III.10. Microaturades situació inicial

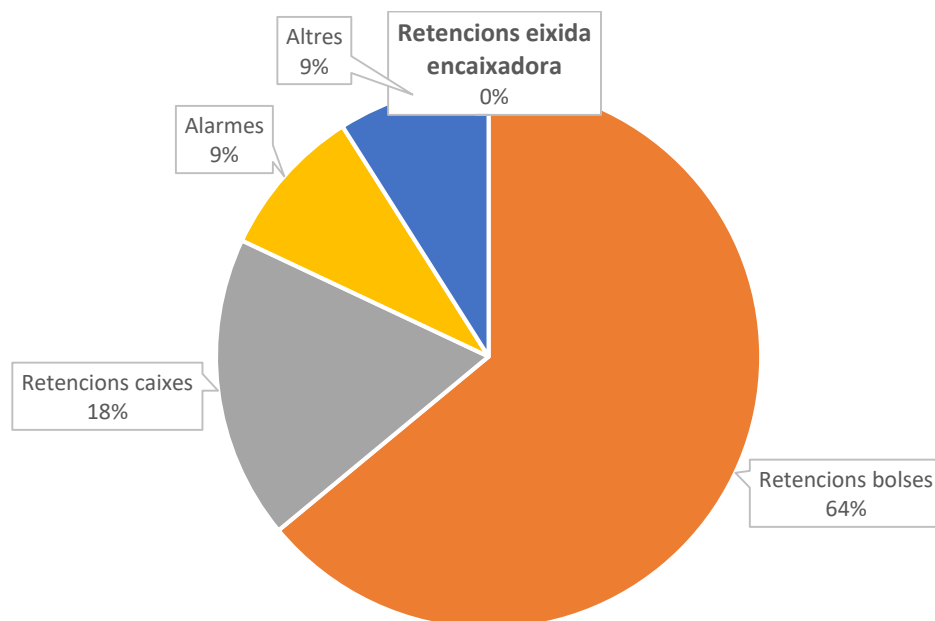


Figura III.11. Microaturades situació final

III. Desenvolupament projecte

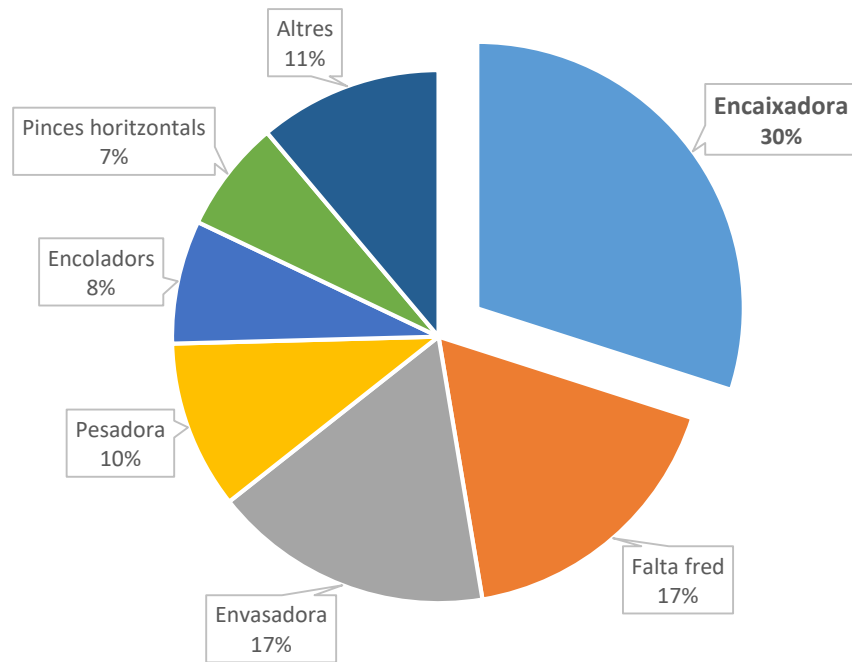


Figura III.12. Aturades imprevistes situació inicial

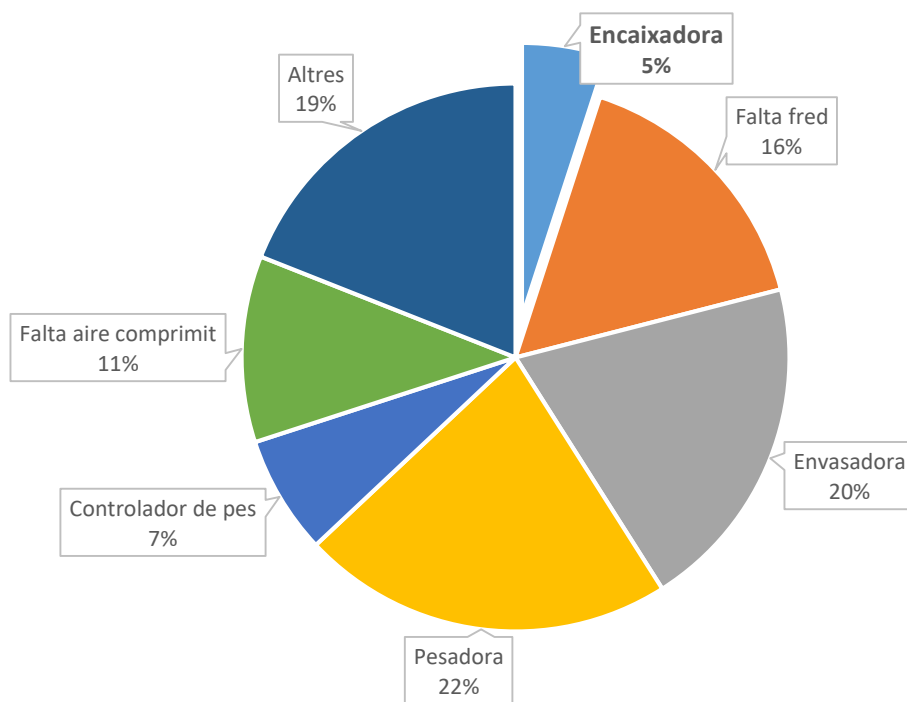


Figura III.13. Aturades imprevistes situació final

III. Desenvolupament projecte

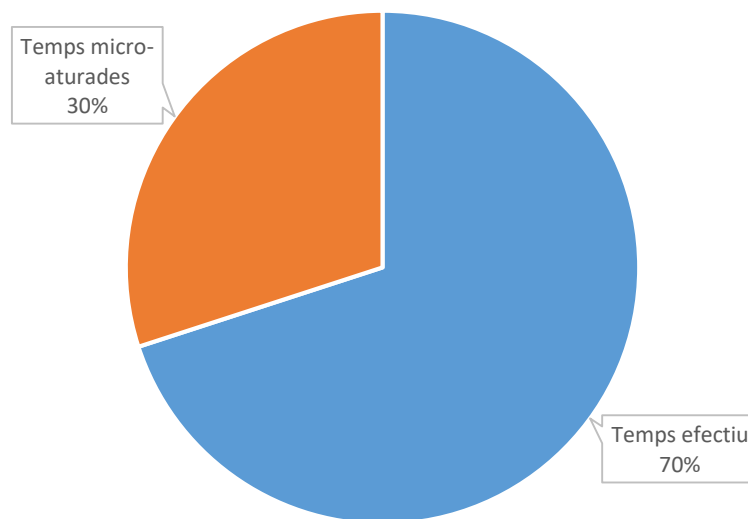


Figura III.14. Temps productiu situació inicial

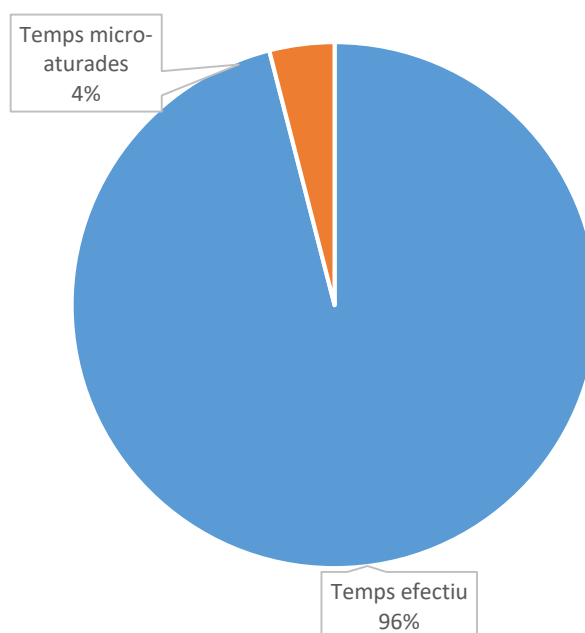


Figura III.15. Temps productiu situació final

III. Desenvolupament projecte

El nombre dels altres tipus d'aturades també s'ha reduït, i encara hi ha accions en curs que permetran reduir-los encara més o eliminar-les

Taula III.3. Situació inicial

MICROATURADES	Nº	MTBF	Aturades/torn
Retencions eixida encaixadora	10	20	21
Retencions bolses	8	25	17
Retencions caixes	4	50	9
Alarmes	2	100	4
Altres	1	200	2
Total	25	7,45	53

Taula III.4. Situació final

MICROATURADES	Nº	MTBF	Aturades/torn
Retencions eixida encaixadora	0	425	0
Retencions bolses	7	29	15
Retencions caixes	2	100	4
Alarmes	1	200	2
Altres	1	200	2
Total	11	41,48	23

Com es pot observar, el MTBF augmenta i per tant, el nombre d'aturades per torn disminueix, per a tots els tipus de microaturades estudiats.

III. Desenvolupament projecte

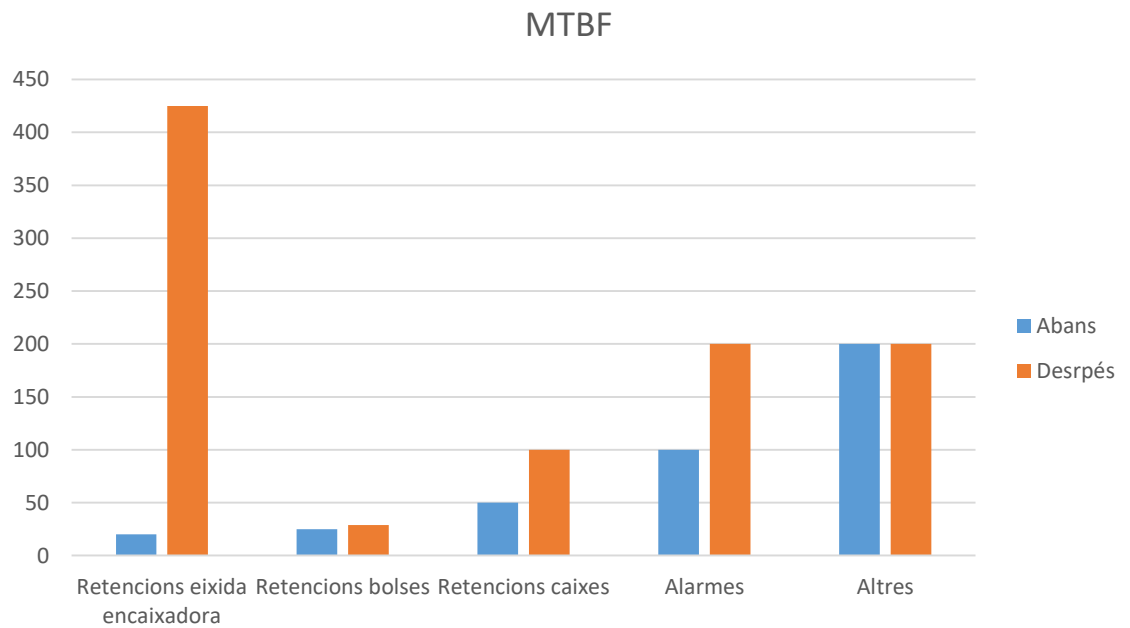


Figura III.16. MTBF inicial i final

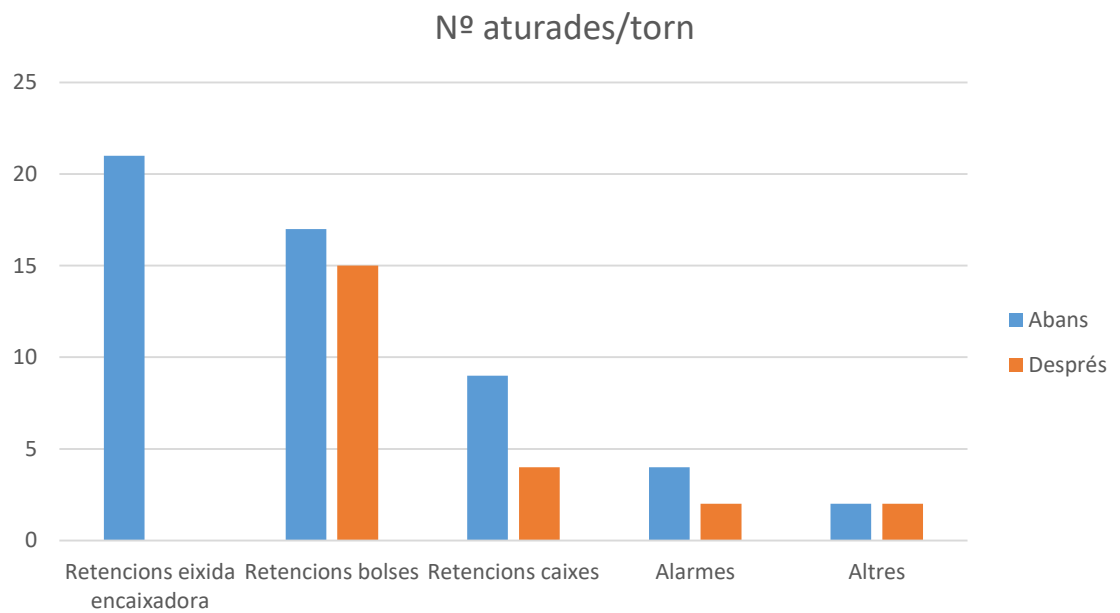


Figura III.17. Nombre d'aturades per torn inicial i final

ESTALVIS: 5145€/any per eliminació de retencions a l'eixida de l'encaixadora.

III. Desenvolupament projecte

Però els canvis realitzats han contribuït a reduir el temps total de microaturades d'un 30% a un 4%, el que suposa unes estalvis totals de:

$$26\% * 425 \text{ min producció} = 110.5 \text{ min/torn} = 1.84 \text{ hores/torn} * 105 \text{ torns/any} \\ * 16 \text{ €/hora} * 4 \text{ operaris} = \mathbf{12376€}$$

Les millores realitzades tenen altres beneficis difícils de quantificar però de vital importància en l'eficiència global del procés, ja que, a més d'incrementar el temps productiu, s'eliminen o redueixen:

- Reprocessos: Totes les caixes mal formades o tancades hi ha que desfer-les i reprocessar-les, amb la corresponent pèrdua de rendiment i caixes.
- Defectes de qualitat que podien arribar al client: Caixes mal tancades que no podien provocar retencions en la línia però si arribar al client.

III.8. Estandardització i reformulació.

L'últim pas és el més llarg i tal volta el més important, ja que permet assegurar que els resultats es mantinguin en el temps. És necessari comprovar que les millores realitzades tenen una continuïtat, i que la formació corresponent creada, en forma de OPL's, passen a formar part dels procediments i mètodes de treball dels empleats.

A més en este punt, s'observa que les millores realitzades són reaplicables a altra línia que compta amb una màquina similar.

III.9. Conclusions

Amb l'objectiu inicial de reduir el nombre de retencions a l'eixida de l'encaixadora de 21 a 7 microaturades/torn, un 70%, i establerts els paràmetres per al procés de millora, els resultats són més que satisfactoris ja que es passa d'un MTBF=20 min a un MTBF= ∞, i,

III. Desenvolupament projecte

per tant, els estalvis que s'assoleixen son més que significants. A més s'aconsegueix reduir altre tipus de microaturades que fan que el nivell d'estalvi monetari augmente.

L'estudi i posada en marxa del projecte serveix per comprovar la necessitat d'un sistema de millora continua en l'entorn competitiu actual i els beneficis del TPM a nivell productiu, organitzatiu i humà.

Basant-se sobretot en una bona comunicació i en la implicació de la plantilla, el TPM aconsegueix coordinar tots els departaments de l'empresa (Producció, manteniment, I+D, Qualitat, Planificació, Logística, Compres, Recursos humans, ...) per portar a terme la consecució dels objectius comuns.

Recolzant-se amb les diferents tipus de ferramentes de les que disposa el TPM (Gant, Pareto, 5W, etc...) i l'estadística s'ha pogut arribar a resultats força interessants i esperançadors, (4% de temps total de microaturades) en la reducció de microaturades, podent exportar a més les millores a altres màquines similars que s'entremen en l'empresa.

IV. ANNEXOS

ANNEXOS

IV.1. Bibliografia.

Referencias bibliogràfiques

1. CUATRECASAS, L., TPM®, "Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción", Ed. Gestión 2000.
2. SHIROSE, K., KIMURA, Y., KANEDA, M.: "Análisis PM. Un paso avanzado en la implantación del TPM", Productivity Pres., 1997.
3. IMAIL, MASAANKI: "Como interpretar el Kaizen en el sitio de trabajo", Mc Graw Hill, 1998.

Bibliografia complementaria

4. BÉRANGER, P.: "En busca de la excelencia industrial", Limusa, 1994.
5. FIJUKOSHI, NACHI: "Despliegue del TPM", Ed. Productivity Press, 2000.
6. IMAIL, MASAANKI: "Gemba Kaizen. A commonsense, low cost, approach to management", Ed. Mc Graw-Hill, 1997.
7. IMAIL, MASAANKI: "Kaizen", Ed. CECOSA, 1989.
8. NAKAJIMA, SEIICHI: "Introducción al TPM. Mantenimiento Productivo Total", Productivity Press, 1993.
9. PÉREZ FERNÁNDEZ DE VELASCO, José A.: "Gestión por procesos", ESIC 1996.
10. SHIROSE, KUNIO: "TPM para mandos intermedios de fábrica", Productivity Press, 2000.
11. <http://www.jipm.or.jp/en/index.html>