



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Politècnica Superior d'Enginyeria
de Manresa



ESTUDI DE L'APLICABILITAT D'EINES *LEAN MANUFACTURING* EN UNA EMPRESA DE COMPONENTS D'AUTOMOCIÓ

Memòria

Treball realitzat per: Júlia Dols de la Portilla

Dirigit per: Jordi Fortuny Santos

Grau en Enginyeria Química

Juny 2018

RESUM

En aquest treball s'estudien detalladament les principals eines que engloben el *Lean manufacturing*. Aquesta forma de treball, que en català es coneix com a producció ajustada, és una filosofia de gestió que es basa en la reducció de malbarataments, coneguts com *mudes*. La sobreproducció, el temps d'espera i la producció defectuosa, en serien exemples.

Per una banda, s'expliquen dins un marc teòric les tècniques claus del *Lean manufacturing*. I per l'altra, per aportar-li un enfocament més pràctic a tot el que envolta aquesta filosofia, s'estudien casos concrets on es puguin implementar aquestes eines de millora sempre que això sigui factible.

Concretament, l'estudi s'aplica a una empresa fictícia dedicada al món de la injecció de plàstic ABS a la qual anomenen Jimsplast S.L. Es tracta d'una planta industrial dedicada exclusivament al procés d'injecció de plàstic ABS amb la finalitat d'obtenir peces per al sector de l'automoció.

Finalment, s'analitzen una sèrie d'indicadors que ens ajudaran a veure'n com es calcula el rendiment de les eines del *Lean manufacturing*. Aquests permetran que l'empresa determini si el funcionament del *Lean manufacturing* implantat aporta beneficis globals a l'organització, o en el cas contrari, no comporta res més que pèrdues. En resum, aquests indicadors ens faran de traductors de les accions realitzades a nombres, de l'excel·lència operacional a la línia de resultats.

ABSTRACT

In this project, main tools of *Lean manufacturing* are extensively studied. This way of working, known in Catalan language as *producció ajustada*, is a philosophy of management. Its main purpose is based on the reduction of some kind of *waste*, which are known as *mudes*. Overproduction, waiting time and defective production are an example of those.

On the one hand, key techniques of the *Lean manufacturing* are explained throughout a theoretical framework. On the other one, in order to get a more practical approach involving this philosophy, concrete cases where it can be implemented such improvement tools are deeply studied to the extent possible.

Concretely, this study is going to be applied to a fictitious company devoted to a plastic ABS injection, whose name will turn to Jimsplast S.L. It is about a production plant exclusively engaged in injecting ABS plastic process, with a view to obtain pieces for the automotive sector.

Finally, some indicators within a theoretical framework are analysed to calculate the performance of the Lean tools. These will allow the business to determine if the operation of *Lean manufacturing* implemented is providing global benefits to the organization, or else, it only entails *waste*. To sum up, the indicators will act as translators of the actions executed to numbers, from the operational excellence to outcomes line.

ÍNDEX

| | |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 1. OBJECTE I ABAST | 9 |
| 2. MOTIVACIÓ I JUSTIFICACIÓ | 10 |
| 3. PRESENTACIÓ DE L'EMPRESA..... | 11 |
| 3.1 Descripció | 11 |
| 3.2 Dades identificatives de l'empresa | 12 |
| 3.3 Situació econòmica i financera..... | 14 |
| 3.4 Ubicació i entorn | 14 |
| 3.5 Matèria primera | 15 |
| 3.6 Descripció del procés productiu..... | 17 |
| 3.6.1 Recepció de matèries primeres i emmagatzematge..... | 17 |
| 3.6.2 Descàrrega al sistema de transport pneumàtic | 17 |
| 3.6.3 Procés d'injecció..... | 17 |
| 3.6.4 Triatge de peces | 18 |
| 3.6.5 Recuperació del producte | 18 |
| 3.6.6 Emmagatzematge de PA (Producte acabat)..... | 18 |
| 3.6.7 Retriturat..... | 18 |
| 3.6.8 Emmagatzematge de PR (Producte retriturat) | 19 |
| 4. LEAN MANUFACTURING..... | 19 |
| 4.1 Antecedents històrics..... | 19 |
| 4.2 La casa de <i>Lean manufacturing</i> | 21 |
| 4.3 El concepte de <i>muda</i> | 23 |
| 5. EINES I TÈCNiques DEL LEAN MANUFACTURING | 25 |
| 5.1 LES 5S..... | 25 |
| 5.1.1 Objectius | 25 |
| 5.1.2 Descripció de les 5S..... | 26 |
| 5.2 TPM (<i>Total Productive Maintenance</i>) | 29 |
| 5.2.1 Objectius | 29 |
| 5.2.2 Els pilars del TPM | 30 |
| 5.2.3 Els beneficis del TPM..... | 32 |
| 5.3 POKA-YOKE | 32 |
| 5.3.1 Objectius | 32 |
| 5.3.2 Funcions reguladores del <i>Poka-Yoke</i> | 32 |
| 5.3.3 Tipus de mètodes <i>Poka-Yoke</i> | 33 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 5.4 SMED (<i>Single Minut Exchange of Die</i>) | 33 |
| 5.4.1 Objectius | 33 |
| 5.4.2 <i>Mudes</i> en els temps de canvis..... | 34 |
| 5.4.3 Càlcul del temps per unitat | 34 |
| 5.4.4 Funcionament de l'SMED | 35 |
| 5.5 KAIZEN | 35 |
| 5.5.1 Objectius | 35 |
| 5.5.2 Dualitat en el <i>Kaizen</i> | 36 |
| 5.5.3 Principis del <i>Kaizen</i> | 36 |
| 5.5.4 El <i>Gemba Kaizen</i> | 37 |
| 5.5.5 Els sis aspectes de l'empresa <i>Kaizen</i> | 37 |
| 5.5.6 Diferència entre <i>Kaizen</i> i <i>Kaikaku/Kakushin</i> | 39 |
| 5.5.7 Beneficis del <i>Kaizen</i> | 39 |
| 5.6 JUST-IN-TIME (JIT) | 40 |
| 5.6.1 Objectius | 40 |
| 5.6.2 Els pilars del sistema JIT | 41 |
| 5.6.3 <i>One piece flow</i> | 42 |
| 5.6.4 Mecanismes per a identificar problemes..... | 43 |
| 5.6.5 Qualitat i cost en el JIT | 46 |
| 5.6.6 Beneficis i inconvenients del JIT | 47 |
| 5.7 JIDOKA | 47 |
| 5.7.1 Objectius | 47 |
| 5.7.2 La metodologia del <i>Jidoka</i> | 47 |
| 5.7.3 MAQ (Matriu d'autoqualitat) | 49 |
| 5.7.4 Respecte al producte..... | 50 |
| 5.8 VSM (<i>ValueStreamMapping</i>)..... | 51 |
| 5.8.1 Objectius | 51 |
| 5.8.2 La metodologia del VSM | 51 |
| 5.9 HEIJUNKA..... | 54 |
| 5.9.1 Objectius | 54 |
| 5.9.2 Eines per implementar el <i>Heijunka</i> | 55 |
| 5.9.3 Avantatges del <i>Heijunka</i> | 57 |
| 5.10 KANBAN..... | 57 |
| 5.10.1 Què es Kanban?..... | 57 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.10.2 Objectius | 58 |
| 5.10.3 Funcions que exerceix el <i>Kanban</i> | 58 |
| 5.10.4 Tipus de <i>Kanban</i> | 59 |
| 5.10.5 Avantatges de la implementació de <i>Kanban</i> | 60 |
| 6. IMPLEMENTACIÓ DE LES EINES I TÈCNIQUES DEL <i>LEAN MANUFACTURING</i> | 60 |
| 6.1 LES 5S en 5 setmanes | 60 |
| • Formació del personal (primera setmana)..... | 60 |
| • <i>Seiri</i> (segona setmana) | 60 |
| • <i>Seiton</i> (tercera setmana)..... | 61 |
| • <i>Seiso</i> (quarta setmana)..... | 62 |
| • <i>Seiketsu</i> (quarta setmana)..... | 62 |
| • <i>Shitsuke</i> (cinquena setmana) | 63 |
| • <i>Shikaria</i> i <i>Shitsukoku</i> | 63 |
| • <i>Seishoo</i> i <i>Seido</i> | 63 |
| 6.2 TPM | 63 |
| • Manteniment autònom..... | 63 |
| • Manteniment de la qualitat | 64 |
| • Millores enfocades | 66 |
| • Manteniment àrees administratives | 68 |
| • Seguretat i medi ambient..... | 68 |
| • Previsió del manteniment..... | 69 |
| • Manteniment planificat..... | 70 |
| • Desenvolupament d'activitats | 71 |
| 6.3 <i>POKA-YOKE</i> | 71 |
| 6.4 <i>JIT</i> | 73 |
| 6.5 <i>KAIZEN</i> | 75 |
| 6.6 <i>HEIJUNKA</i> | 78 |
| 6.7 <i>JIDOKA</i> | 79 |
| 6.8 <i>SMED</i> | 80 |
| 6.9 <i>VSM</i> | 82 |
| 6.10 <i>KANBAN</i> | 84 |
| 7. INDICADORS PRINCIPALS PER MEDIR L'EFICÀCIA DEL <i>LEAN MANUFACTURING</i> IMPLEMENTAT | 86 |
| 7.1 <i>OEE (Overall Efficiency Equipment)</i> | 86 |

| | |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 7.2 FTT (<i>First Time Through</i>) | 89 |
| 7.3 Comandes lliurades completes | 89 |
| 7.4 OTD (<i>On Time Delivery</i>) | 89 |
| 7.5 Parts per milió de defectes (PPM)..... | 90 |
| 8. PLANIFICACIÓ TEMPORAL | 90 |
| 9. IMPACTE AMBIENTAL: EL MODEL <i>LEAN & GREEN</i> | 92 |
| 9.1 Jimsplast S.L. : empresa eco-friendly | 92 |
| 10. ESTUDI ECONÒMIC..... | 93 |
| 11. CONCLUSIONS | 95 |
| 12. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES | 96 |

ÍNDEX DE FIGURES

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Maneta del cotxe..... | 11 |
| Figura 2: Carcassa canvi de marxes..... | 12 |
| Figura 3: Taula de dades econòmiques i financeres de Jimplast S.L (1). | 14 |
| Figura 4: Taula de dades econòmiques i financeres de Jimplast S.L (2). | 14 |
| Figura 5: Imatge on es mostra la localització de l'empresa. | 15 |
| Figura 6: Imatge dels monòmers que componen l'ABS..... | 16 |
| Figura 7: Representació del procés d'injecció de plàstic. | 18 |
| Figura 8: Representació de la casa Lean manufacturing..... | 21 |
| Figura 9: Imatge amb breu explicació de les 5S. | 26 |
| Figura 10: Exemple de targeta vermella en les 5S. | 27 |
| Figura 11: Representació aplicació del Seiketsu. | 28 |
| Figura 12: Representació dels vuit pilars del TPM. | 30 |
| Figura 13: Representació de com l'excés d'inventari oculta diferents problemes. | 40 |
| Figura 14: Representació de com reduir l'excés d'inventari posa de manifest els problemes... 40 | 40 |
| Figura 15: Diferències entre la producció per lots i la producció per flux continu. | 42 |
| Figura 16: Imatge d'una torreta de colors. | 43 |
| Figura 17: Imatge d'una torreta de colors. | 44 |
| Figura 18: Imatge d'un OPL. | 44 |
| Figura 19: Exemple taulell d'informació. | 45 |
| Figura 20: Piràmide de Bird..... | 45 |
| Figura 21: Imatge on es diferencia la parada manual i automàtica..... | 48 |
| Figura 22: Imatge resum de les fases de treball del Jidoka..... | 49 |
| Figura 23: Exemple de matriu autoqualitat. | 49 |
| Figura 24: Exemple de matriu producte-procés..... | 52 |
| Figura 25: Exemple plantilla VSM..... | 53 |
| Figura 26: Producció en grans lots. | 55 |
| Figura 27: Producció anivellada (en petits lots). | 55 |
| Figura 28: Transformació a una cèl·lula de treball en forma d'U..... | 57 |
| Figura 29: Exemple plantilla Kanban de producció..... | 59 |
| Figura 30: Exemple plantilla Kanban de producció..... | 59 |
| Figura 31: Taula dels criteris per a pintar els sòls. | 62 |
| Figura 32: Exemple d'àrees organitzades i pintades..... | 62 |
| Figura 33: Diagrama de Pareto..... | 66 |
| Figura 34: Cicle PDCA. | 67 |
| Figura 35: Senyals de seguretat. | 69 |
| Figura 36: Contenedors per a reciclar. | 72 |
| Figura 37: Full informatiu contenidor de vidre. | 72 |
| Figura 38: Motlles d'injecció. | 80 |
| Figura 39: Procés logístic canvi de motlle. | 81 |
| Figura 40: VSM situació actual. | 82 |
| Figura 41: VSM situació futura. | 83 |
| Figura 42: Panell Kanban..... | 84 |

ÍNDIX DE TAULES

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Taula 1: Taula representativa dels beneficis de l'aplicació del TPM..... | 32 |
| Taula 2: Taula de les diferències entre Kaizen i Kaikashu/Kakushin..... | 39 |
| Taula 3: Taula dels beneficis i inconvenients del JIT..... | 47 |
| Taula 4: Taula símbols VSM (1)..... | 52 |
| Taula 5: Taula de símbols VSM (2)..... | 54 |
| Taula 6: Taula amb els diversos problemes a analitzar..... | 65 |
| Taula 7: Taula resum on es mostra la freqüència en que es donen els problemes..... | 65 |
| Taula 8: Avaluació dels proveïdors..... | 74 |
| Taula 9: Avaluació dels proveïdors..... | 77 |
| Taula 10: Dades problema Takt Time..... | 79 |
| Taula 11: Classificació de l'OEE..... | 86 |
| Taula 12: Diagrama de Gantt..... | 91 |
| Taula 13: Taula del desglossament del preu de la implementació del treball (1)..... | 93 |
| Taula 14: Taula del desglossament del preu de la implementació del treball (2)..... | 94 |

1. OBJECTE I ABAST

L'objecte d'aquest treball és explicar el significat del *Lean manufacturing* per a una empresa del sector químic (injecció de plàstic ABS) i el que implica que una empresa apliqui aquesta filosofia en el seu funcionament. Per aquest motiu, s'expliquen detalladament les principals eines i tècniques que formen part d'aquesta forma de treball.

Després d'exposar el fonament teòric d'aquestes eines, s'estudien casos concrets on es puguin implementar dins tot el procés que envolta la producció de les peces de plàstic ABS. L'empresa fictícia en que es basarà el projecte es diu Jimsplast S.L. que es dedica exclusivament a la fabricació de peces d'injecció de plàstic per al món de l'automoció.

Així mateix, des d'un punt de vista de caire teòric, un objectiu clau serà el de presentar una sèrie d'indicadors que ajudin a interpretar si les modificacions aplicades a tot el que envolta al procés productiu realment han donat el seu fruit. És important conèixer si els esforços humans i les inversions en materials són factibles per a l'empresa.

Es tracta d'assolir el màxim aprenentatge possible respecte la filosofia *Lean manufacturing* i que pugui servir d'ajuda a empreses que vulguin començar a implementar aquesta metodologia.

2. MOTIVACIÓ I JUSTIFICACIÓ

Amb el pas dels anys, la competència dins el món industrial ha anat augmentat notablement. Actualment, en el sector de la indústria, no és suficient en produir algun producte o servei correctament, ja que no sempre implica que siguis una empresa competitiva. Ara es mira més enllà, les empreses busquen la diferenciació dins del seu sector de treball, busquen ser forts competidors. S'ha de tenir una visió futurista de millora continua envers el procés de treball, ja que en cas contrari les demandes del client no s'adequaran al que una empresa pot oferir.

El primer cop que vaig sentir parlar de la filosofia *Lean manufacturing* va ser en una assignatura de la carrera que es deia Organització de la Producció on ens explicaven que aquesta metodologia de treball comportava eliminar tot allò que no aportava cap benefici al procés productiu, és a dir, en eliminar uns certs malbarataments anomenats *mudes*. Des de llavors, m'ha resultat molt interessant tot el que comporta millorar la forma de treballar d'una empresa per a ser un fort competidor en el mercat.

A més, com a estudiant del grau en Enginyeria Química vaig pensar en enfocar aquesta metodologia de gestió a una empresa del sector químic, concretament al sector de la injecció de plàstic donada la gran repercussió que avui en dia té aquest tipus d'indústria de processos.

És per això que aquest treball, pel que fa a l'assoliment d'objectius personals, el resumiria de la següent forma: aprendre el fonament teòric de les eines del *Lean manufacturing* així com també la seva aplicació i finalment, l'avaluació del seu rendiment per tal de saber si la implementació comporta beneficis a l'empresa.

3. PRESENTACIÓ DE L'EMPRESA

3.1 Descripció

Jimsplast S.L. és una empresa catalana amb més de 20 anys d'experiència en la injecció de plàstic ABS (Acrilonitril butadiè estirè). Es tracta d'una organització dedicada a l'obtenció de productes plàstics per al sector de l'automoció. En els darrers anys, el percentatge de plàstic en els vehicles no ha deixat de créixer. L'acer o l'alumini, materials que s'empraven tradicionalment, han passat a un segon pla a l'hora de fabricar certs components del vehicle. El plàstic n'és el principal substitut d'aquest donat el gran ventall d'avantatges que aporta: major seguretat, versatilitat, flexibilitat, ecològic, entre d'altres.

L'empresa fabrica peces de plàstic per als automòbils com les manetes del cotxe o bé la carcassa on hi ha els canvis de marxes dels cotxes (Veure figures 1 i 2). A més, també fabrica el recobriment dels airbags i els para-xocs.

Així mateix es tracta d'una organització compromesa socialment, tot tenint en compte la importància de la qualitat del producte i el tracte cap al medi ambient en el procés productiu. Per tal d'assegurar que això sigui cert, l'organització compta amb la norma estàndard de qualitat ISO 9001 i la de medi ambient, la ISO 14001. A més, fa dos anys, Jimsplast S.L. va obtenir la IATF 16949:2016 que és la norma de sistemes de gestió de qualitat específica per a la indústria de l'automòbil.

La filosofia de l'empresa es basa en obtenir la màxima satisfacció del client, principalment posant èmfasi a la qualitat del producte que fabriquen i als terminis d'entrega d'aquests. D'aquesta forma, amb el pas dels anys, Jimsplast S.L. ha aconseguit un lideratge sòlid en el sector de l'automòbil.

Pel que fa a l'organització dels treballadors de l'organització, es compta amb un nombre de sis empleats per a cada torn. Per tant, en total disposen de 24 treballadors dedicats íntegrament a la línia de producció. A més, un equip de vuit persones treballen des de les oficines de la fàbrica.



Figura 1: Maneta del cotxe.

Font: Aliexpress (2018).



Figura 2: Carcassa canvi de marxes.

Font: Aliexpress (2018).

Segons l'article *El material de impresión ABS y sus características* extret de la web Impresoras3D.com(2018), els principals productors de l'ABS a la franja americana i europea són BASF, Lanxess i Sabic. A nivell mundial el primer productor es CHIMEI de Taiwan i el segueix LG Chem de Korea. A Jimsplast S.L el proveïdor habitual és Sabic.

3.2 Dades identificatives de l'empresa

Les dades identificatives de l'organització s'han obtingut en base a les de l'empresa INYECCIÓN DE PLÁSTICO SAVIPLAS S.L a través de la web: www.expansion.com

- **Facturació:** 600.000 € - 1.500.000 € (segons l'any)
- **Benefici:** 30.000 € - 60.000 € (segons l'any)
- **Forma jurídica:** Societat Limitada
- **Sector de l'empresa:** industria de plàstic
- **Activitat:** fabricació de peces per mitjà d'injecció de plàstic
- **Capital social:** 3.006 €
- **Telèfon:** 938775582

Segons la base de dades Sabi, s'han pogut obtenir les dades de la classificació sectorial de l'empresa INYECCIÓN DE PLÁSTICO SAVIPLAS. Com que aquesta empresa es dedica al mateix que Jimsplast S.L, llavors la classificació és la mateixa.

- **Descripció de l'activitat:** FABRICACIÓ, MANIPULACIÓ, TRANSFORMACIÓ I TRACTAMENT DE TOTA CLASSE DE MATERIAL PLÀSTICS.
- **Codi (s) CNAE 2009:**
 - **Codi (s) primari:**
 - 2229 - Fabricació d'altres productes plàstics.
- **Codi (s) NACE Rev 2:**
 - **Codi (s) primari:**
 - 2229 - Fabricació d'altres productes plàstics.
- **Codi (s) US SIC.**
 - **Codi (s) primari:**
 - 3089 - Plastic products, not else where specified.
- **Codi (s) CAE Rev 3:**
 - **Codi (s) primari:**
 - 2229 - Manufacture of other plàstic products.
- **Codi (s) IAE.**
 - **Codi (s) primari:**
 - 4822 - Fabricació d'articles acabats de matèries plàstiques.
 - **Codi (s) secundari:**
 - 2514 - Fabricació de matèries primeres plàstiques.
- **NAICS 2017 codi (s).**
 - **Codi (s) primari:**
 - 325211 - Plastics material and resin manufacturing.
 - 326150 - Urethane and other foam product (excepte Polystyrene) Manufacturing.
 - 326199 - All other plàstics product manufacturing.

3.3 Situació econòmica i financera

Per a obtenir la situació econòmica i financera en que es troba Jimplast S.L. s'han pogut obtenir dades gràcies a la base de dades Sabi.

| Cuentas No Consolidadas | 31/12/2016 | 31/12/2015 |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | EUR | EUR |
| | 12 meses | 12 meses |
| | Pendiente de tratamiento | Pendiente de tratamiento |
| | Abreviado PGC 2007 | Abreviado PGC 2007 |
| Ingresos de explotación | 1.080.000 | 900.000 |
| Result. ordinarios antes Impuestos | 40.000 | 29.404 |
| Resultado del Ejercicio | 31.152 | 22.052 |
| Total Activo | 363.706 | 393.762 |
| Fondos propios | 90.908 | 59.756 |

Figura 3: Taula de dades econòmiques i financeres de Jimplast S.L. (1).

Font: Sabi.

| | |
|----------------------------------------|--------------|
| Materiales | 320.964,00 € |
| Gastos de personal | 396.784,00 € |
| Dotaciones para amortiz. de inmovil. | 30.174,00 € |
| Gastos financieros y gastos asimilados | 10.144,00 € |

Figura 4: Taula de dades econòmiques i financeres de Jimplast S.L. (2).

Font: Sabi.

3.4 Ubicació i entorn

La fàbrica està situada al Polígon Industrial de Torrent de la Sala, al carrer Onze de setembre, a Sallent (Barcelona, 08650). Es troba en un nucli principalment industrial, a uns 17 km de Manresa i a uns 75 de Barcelona, capital de Catalunya.



Figura 5: Imatge on es mostra la localització de l'empresa.

Font: Google Maps.

3.5 Matèria primera

Per poder dur a terme el procés d'injecció de l'ABS, l'empresa disposa d'un proveïdor que proporciona aquest plàstic en forma sòlida i de boletes de varis mil·límetres, que en el seu conjunt reben el nom de gransa. Es tracta d'un termoplàstic que s'obté de la polimerització de l'estirè i l'acrilonitril amb presència del polibutadiè. Com a resultat de la combinació d'aquests tres monòmers, s'origina l'ABS. Aquest es considera un termoplàstic amorf, quan es sotmet a temperatures altes es torna deformable mentre que quan es refreda el que cal, s'endureix.

Pel que fa a les característiques d'aquest plàstic, segons QuimiNet (2006) les podem classificar segons els avantatges que hi aporten els tres monòmers:

- **Estirè:** duresa i rigidesa, a més de que aporta la brillantor adient.
- **Butadiè:** resistència a l'impacte, a la fusió i a la ductilitat a baixa temperatura.
- **Acrilonitril:** resistència química ja que els plàstics ABS normalment no es veuen afectats per l'aigua, les sals orgàniques i per molts àcids. Aquest monòmer també aporta resistència a la fatiga, resistència a la fusió, duresa i rigidesa.

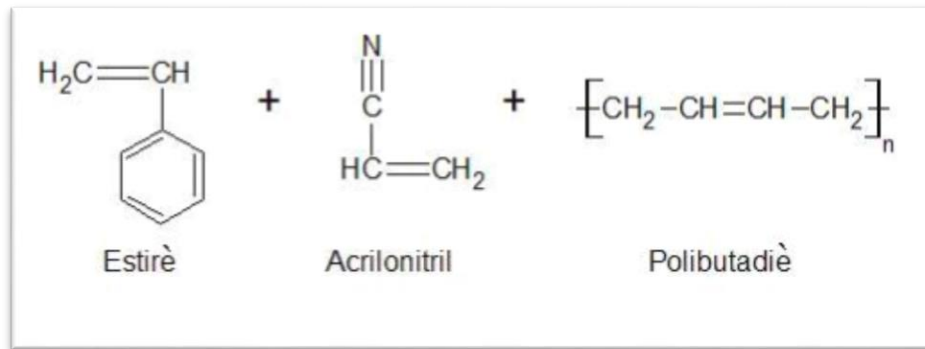


Figura 6: Imatge dels monòmers que componen l'ABS.

Font: ub.com.

Segons l'article 31 del Reglament (CE) nº 1907/2006, les propietats físiques i químiques de l'ABS són les que es descriuen a continuació:

- **Aspecte:** colors diversos
- **Temperatura de fusió (°C):** 220-240
- **Olor:** inodor
- **Solubilitat:** insoluble en aigua
- **Densitat relativa (g/cm³):** 1.05
- **Temperatura de reblaniment (°C):** 105
- **Risc d'explosió:** no aplicable
- **Autoinflamable:** no aplicable

Les mesures que s'esmenten en aquest article pel que fa a l'hora de treballar amb aquest producte són les següents:

- Evitar el contacte amb els ulls i la pell.
- Emprar ulleres de protecció.
- Ús de guants resistents a la calor quan el producte es troba fos.
- Quan el producte està calent, usar roba protectora contra la calor.

Actualment, aquest plàstic és un dels materials més usats en la impressió 3D. Acostuma a fer-se servir quan el que s'ha d'imprimir restarà exposat a temperatures extremes. A més, es pot pigmentar en tots els colors. El podem trobar habitualment en les peces de *Legó*.

3.6 Descripció del procés productiu

3.6.1 Recepció de matèries primeres i emmagatzematge

En aquesta etapa es duu a terme la rebuda de matèries primeres procedents dels camions que arriben a l'empresa. Els operaris per mitjà de carretons elevadors van descarregant els Big-bags de gransa i els col·loquen al magatzem adient.

3.6.2 Descàrrega al sistema de transport pneumàtic

Una vegada el material es troba situat al magatzem, els operaris corresponents transporten el material, un altre cop per mitjà de carretons elevadors, fins a les tremuges. A partir d'allà, i gràcies a l'acció de les turbines, comença el sistema per mitjà de transport pneumàtic del material cap a les tremuges de les màquines d'injecció. El sistema consta de cinc tremuges corresponent a cada una dels cinc injectors.

3.6.3 Procés d'injecció

La gransa arriba per mitjà de transport pneumàtic a la tremuja corresponent. A continuació, es dona inici a l'etapa d'injecció. Aquest procés es basa en que el plàstic es fon en la màquina de modelatge per injecció de plàstic (vegeu figura 5) i llavors és injectat en un motlle a alta pressió. Allà, el material és refredat, solidificat i a continuació és alliberat quan s'obrin les dues meitats del motlle. Aquesta tècnica dóna com a resultat un producte plàstic amb una forma fixa i predeterminada.

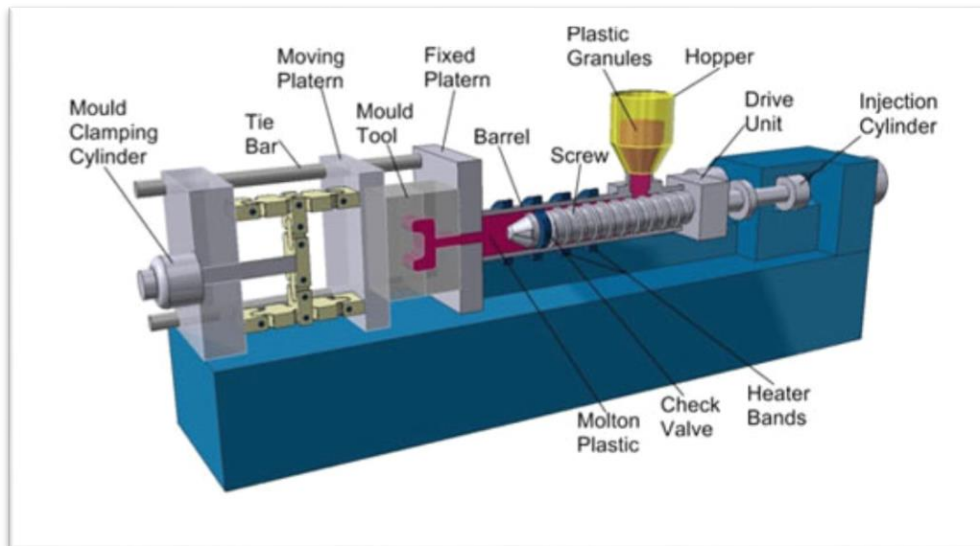


Figura 7: Representació del procés d'injecció de plàstic.

Font: Levelling, S., Concrete, C. (2018).

3.6.4 Triatge de peces

És aquí on els operaris separen les peces defectuoses de les que s'han obtingut segons els requeriments dels clients. Cada un dels operaris té a la seva vora un contenidor on hi recull les peces defectuoses, un altre on hi aboca les peces correctes i un últim on hi aboca aquelles peces que poden ser recuperades.

3.6.5 Recuperació del producte

En aquesta fase hi arriben les peces que segons el criteri dels operaris poden ser recuperades per mitjà dels mateixos treballadors que, manualment, solucionen les anomalies que estan al seu abast i que estrictament segueixen els estàndards adequats.

3.6.6 Emmagatzematge de PA (Producte acabat)

Les peces obtingudes amb la qualitat esperada són transportades cap al magatzem de producte acabat a diferència de les peces defectuoses que són sotmeses a un procés de retriturat intern que s'explica a continuació.

3.6.7 Retriturat

Jimsplast S.L. fa ús del reciclatge intern per a millorar la qualitat del producte i reduir els residus. D'aquesta forma, es pot assegurar que el material prové 100% de la seva pròpia producció i que no s'ha mesclat materials d'altres fonts. En la nostra planta de fabricació reciclarem les nostres peces defectuoses per mitjà d'una trituradora amb la qual obtindrem la mida de gra desitjada: conversió de les peces de plàstics en petits grans o trossos.

3.6.8 Emmagatzematge de PR (Producte retriturat)

Un cop les peces defectuoses han estat sotmeses al procés de retriturat, la nostra matèria obtinguda serà guardada en un magatzem de producte reciclat, que posteriorment serà enviat a les tremuges emprades pel sistema de transport pneumàtic i es tornarà a repetir el procés de modelatge per injecció.

4. LEAN MANUFACTURING

4.1 Antecedents històrics

Segons la web Lean Production (2016), fa 102 anys va néixer Taiichi Ohno, qui va ser director d'operacions de Toyota, va ser el primer que va tractar per primer cop aquest mètode de millora d'eficiència.

Fou el creador del TPS (*Toyota Production System*) i és considerat com el pare del *Lean manufacturing*. La filosofia Lean deriva del TPS que a la vegada es basa en els postulats de Henry Ford i Frederick W. Taylor, entre d'altres.

En base a Rajadell i Sánchez (2010), podríem dir que la producció ajustada, és a dir, el *Lean manufacturing*, va néixer gràcies al fracàs de la producció en massa que es va donar a mitjans del segle XX. En aquella època, la producció en massa va calar en moltes empreses del sector de l'automòbil.

El *taylorisme* va ser un moviment que promovia aquesta manera de produir en massa. En aquesta metodologia de treball cada fàbrica, secció o departament perseguia el seu objectiu específic, els treballadors no tenien un objectiu en comú. D'aquesta forma, una fàbrica que es basés en la lògica taylorista, produïa els seus bens en més temps del necessari, degut a la poca coordinació entre departaments i en la falta de recerca de la optimització del conjunt de la producció.

Un cop passat el crack del 1929, on Estats Units es va veure immersa en una crisi de sobreproducció, el *taylorisme* va entrar en decadència i va sorgir el *fordisme* que va aconseguir generar mercat per a la gran producció acumulada. Aquest mètode de treball implicava la producció de bens en sèrie, caracteritzat per l'estandardització dels processos per tal d'obtenir el mètode més eficaç per a produir (*the best one way*) eliminant temps, moviments i interrupcions en els llocs de treball.

Així mateix, l'empresa Toyota es va veure immersa en una profunda crisi en les vendes i es va veure obligada a acomiadar gran part de la mà d'obra. Va ser en aquest moment on dos joves enginyers japonesos de l'empresa, Eiji Toyoda i Taiichi Ohno, van viatjar a diverses empreses del sector de l'automoció, entre elles Ford, i van observar que el sistema en que treballaven els americans no era viable a Japó i van centrar les seves idees en l'eliminació de tota una llista de malbarataments.

Efectivament, el Sistema de Producció Toyota (TPS) es va establir en base a dos punts clau:

- **Jidoka:** paraula japonesa que en català es tradueix com “automatització amb un toc humà”, que implica la importància que té la qualitat de la peça que es produeix. Automàticament, si es produeix un problema, les màquines es detenen per evitar que el defecte es propagui. Els operaris actuen de la mateixa manera.
- **Just In Time:** sistema basat en produir el volum de producció requerit en el temps precís.

A partir de la segona meitat dels anys 70 i especialment en els anys 80, Occident coneix els avantatges dels sistemes de producció emprats per Toyota i altres empreses japoneses. Basat en la recerca sobre el sector de l'automòbil duta al *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), el 1988, es publica el primer treball on es parla de producció *Lean* per a fer referència als sistemes emprats en plantes de fabricació de vehicles de companyies japoneses, en comparació amb els sistemes “robustos” emprats per altres fabricants occidentals.

El 1990 apareix el llibre “La màquina que va canviar el món” de Womack, Jones i Roos, també investigadors del MIT. En ell s’hi descriuen una sèrie d’eines per a millorar l’eficiència del sistema productiu d’una empresa. Els autors varen analitzar les tendències dels sistemes de gestió de producció dels darrers anys del segle XX en la indústria de l’automoció.

El llibre volia evidenciar la diferència entre dos sistemes de producció molt diferents: producció ajustada i producció en massa. En concret, destaca que un sistema de producció *Lean* s’ha de basar en el treball en equip i la col·laboració d’aquest per a afegir valor al producte.

Segons el PVMI (*Program on Vehicle and Mobility Innovation*), el *Lean manufacturing* es defineix com:

"Lean manufacturing / Production (un terme encunyat per l'investigador del IMVP Jhon Krafcik) és Lean / Esvelta perquè usa menys de tot i quan és comparada amb la manufactura tradicional en massa, fa servir la meitat de l'espai de manufactura, la meitat d'inversió en eines, la meitat d'hores en enginyeria per desenvolupar un nou producte, en la meitat del temps. A més, requereix mantenir menys de la meitat de l'inventari necessitat en planta, la qual cosa resulta en molt menys defectes, i es produeix una més gran i creixent varietat de productes ".

Altres fonts com la web de Lean Aerospace Initiative (LAI), en fan la següent descripció:

"*Lean manufacturing* / Manufactura Esvelta no és un nou concepte. Si vostè està reduint inventari, expandint treballs i responsabilitats, participant en un equip de treball multifuncional, utilitzant benchmarking, o creant i mantenint relacions amb els clients, llavors vostè està practicant una part d'ella. "

4.2 La casa de *Lean manufacturing*

D'acord amb Rajadell i Sánchez (2010), entenem per *Lean manufacturing* o manufactura esvelta aquella filosofia de treball que persegueix la millora continua en tota la cadena de valor. Des del punt d'inici on es tracta amb els proveïdors fins a que el producte arriba al client. Es tracta d'eliminar tot allò que no afegeix cap valor al producte. D'això se'n diu *muda* en japonès, conegut en català com malbaratament i en anglès com *waste*.

Una empresa gestionada amb les eines d'aquesta filosofia de treball busca reduir el màxim possible els desapropitaments de tota la cadena de valor obtenint un producte amb les especificacions desitjades pel client.

Al mateix temps, la flexibilitat a l'hora de fabricar diferents productes en un mateix medi de producció i el fet d'adaptar una línia de producció per a diferents volums defineixen la manera de fer d'aquest mètode de treball.

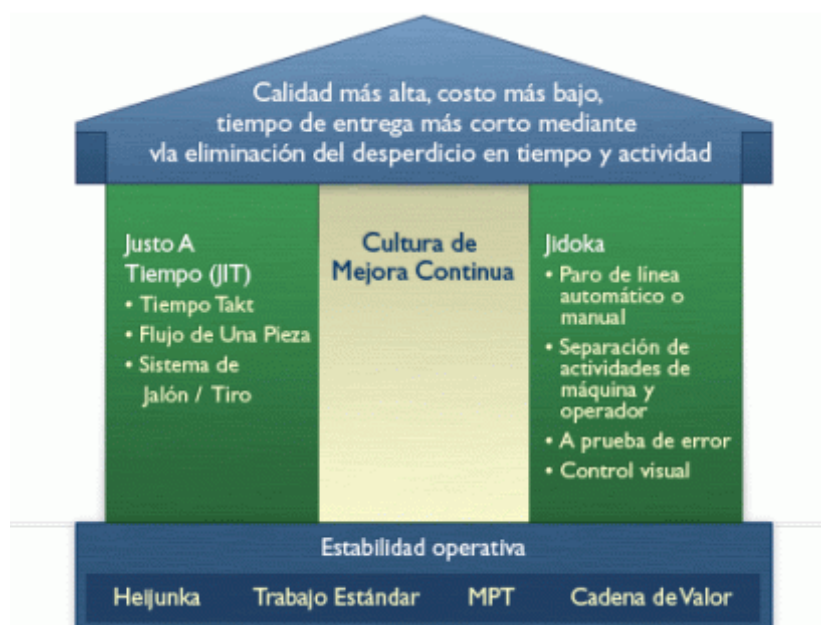


Figura 8: Representació de la casa Lean manufacturing.

Font: Vázquez, A. (2018).

Habitualment una manera de representar el *Lean manufacturing* es fa mitjançant una casa com la que podem veure en la figura 6. Representa que una casa significa una estructura forta sempre i quan els ciments i els pilars ho siguin.

Segons Romero (2015), la casa *Lean manufacturing* es compon dels següents elements:

- **Els fonaments:** l'element que anàlogament a una casa, dóna estabilitat a tota l'estructura d'aquesta. El que busca la filosofia *Lean* és una enfocament cap a la millora continua que perduri en el temps, que no es deixi de mirar mai més enllà, un projecte a llarg termini. Llavors els ciments que aporten l'equilibri són el treball estandarditzat, el *Kaizen* que en japonès vol dir "canvi per a millor", és a dir, el que coneixem com a millora continua, el MPT (Manteniment Productiu Total) que es basa en aconseguir la millor eficiència per als processos i els mitjans de producció gràcies a tot l'equip de persones que hi esta involucrat i finalment, el *Heijunka* que té per objectiu anivellar la quantitat de producte d'acord amb la demanda real del client.
- **El cor:** aquest element representa a tot l'equip de persones involucrat en el procés productiu i que sempre busca millorar contínuament en el que està treballant. Cerca constantment l'eliminació de les *mudes* per aconseguir el seu objectiu de millora. Al cap i a la fi les persones són les màximes responsables a l'hora de implementar la filosofia *Lean*. En alguna empresa es representa com un tercer pilar.
- **Els pilars:** estan formats per dues de les eines del *Lean manufacturing*, el JIT (*Just in Time*) i el *Jidoka* que en català significa "automatització amb un toc humà". Per una banda, en termes generals, el JIT busca fabricar els articles necessaris en les quantitats requerides i en el temps adequat. Per l'altra, el *Jidoka* busca reduir la feina del treballador en la supervisió constant del funcionament de les màquines, es pretén que intervingui només quan hi ha alguna cosa que funcioni incorrectament per evitar que es propagui l'error. Per tal d'aconseguir-ho, les màquines s'han de dotar de mecanismes que facin el control que anteriorment era fet pel treballador.
- **La teulada:** representa el resultat de l'establiment de la resta d'elements de la casa. Es busca una qualitat alta a un cost i temps d'entrega baix per mitjà de l'eliminació dels desapfitaments.

La metàfora que es pot extreure de la casa *Lean* és que cada element del *Lean manufacturing* és imprescindible per a que aquesta filosofia doni el resultat esperat. Són un conjunt de principis que formen un conjunt indivisible, així com ocorre en una casa; sense els pilars o els ciments la casa no es suporta per sí mateixa.

4.3 El concepte de *muda*

Segons Rajadell i Sánchez (2010), la filosofia *Lean* emprà la paraula japonesa *Hoshin* que significa brúixola per representar el conjunt d'activitats destinades a eliminar els malbarataments o *mudes* d'un procés productiu. La idea principal del *Hoshin* és la d'involucrar a tot el personal, sigui quin sigui el seu càrrec dins l'empresa, en la cerca de possibles solucions per acabar amb les *mudes*. Es basa en dirigir a tota l'empresa cap a una meta en comú; la de treballar constantment per a eliminar els malbarataments.

S'entén per malbaratament o pèrdua (*muda*, en japonès) tota allò que no aporta cap valor afegit al producte, que consumeix recursos sense aportar cap benefici a aquest. La finalitat del *Lean manufacturing* es basa en eliminar aquestes *mudes* per tal de reduir costos i millorar la productivitat, la qualitat i l'eficiència del procés productiu. En algunes empreses els malbarataments poden arribar a representar el 90% del treball realitzat.

Ohno menciona set grans tipus de malbarataments, la qual cosa no significa que aquests siguin tots els que existeixen. Es habitual afegir-hi una vuitena o fins i tot novena font, com es mostra a continuació:

1. Sobreproducció

Es basa en fabricar productes en quantitats més grans de les requerides per als diferents projectes en que l'empresa està involucrada i funcionar amb equips amb major capacitat de la necessària. La producció en excés implica pèrdua de temps, consum innecessari de material, increment dels transports i estoc en els magatzems. Aquesta *muda* és considerada la causa major d'altres tipus de *mudes* com podria ser l'excés de moviment.

Com hem comentat anteriorment l'excés de capacitat de les màquines és una de les principals causes de sobreproducció. El que ocorre és que l'operari, amb el propòsit d'ajudar l'organització, produeix tant com pot ja que la màquina li permet. De fet, està fent totalment el contrari, està perjudicant l'empresa i contribuint a alimentar aquest tipus de malbaratament

2. Temps d'espera

El mal disseny dels processos productius contribueix a la pèrdua de temps. Un procés en que un operari està parat sense fer cap feina en comptes de treballar no aporta cap valor al producte. L'operari ha de treballar el temps precís, un client no estarà mai disposat a pagar aquest temps perdut.

3. Transport

El principal motiu de que existeixi aquest malbaratament és un *layout* mal dissenyat. El moviment innecessari de material i de productes s'ha de minimitzar. El flux de material ha de tenir un recorregut eficient amb el mínim de transport possible ja que això suposa un cost. A més, s'ha de tenir en compte que el transport de material o producte com més llarg sigui, pot repercutir en la qualitat del producte.

4. Sobreprocés

Es dona quan el producte es sotmet a processos inútils que no es necessiten per a l'obtenció del producte final tal i com el client ho estipula. Aquests processos no fan res més que incrementar els costos operatius i consegüentment, perjudicar l'empresa.

5. Moviments innecessaris

Engloba tots aquells moviments innecessaris per a la fabricació del producte. Els principals responsables per a acabar amb aquesta *muda* són els propis operaris que han de tenir per objecte optimitzar els viatges que fan dintre de la planta de producció. Una correcta distribució de les eines que es necessiten per a treballar també redueix l'excés de moviment ja que no s'inverteix temps per buscar-les.

6. Excés d'inventari

Fa referència a l'stock que s'acumula dintre del sistema productiu, i implica des dels materials que s'empren com a les peces finals produïdes. Tot en conjunt perjudica l'economia de l'empresa i a més s'empra espai que podria ser valuós per altres utilitats.

7. Defectes

Entregar als clients peces que no tenen la qualitat que ells han demanat suposa una inversió a l'hora de reacondicionar aquestes. S'ha de buscar eliminar el retreball cosa que ens indicarà que estem aconseguint la qualitat esperada.

8. Talent humà

S'ha d'aprofitar al màxim la capacitat de les persones que formen l'empresa. Gràcies a elles podem obtenir formes eficaces per a eliminar els malbarataments. Com més persones s'involucrin en arribar a acabar per complert amb les *mudes*, més idees sorgiran i més probabilitats hi haurà de que aquestes idees generin la via més eficaç per a assolir l'objectiu en comú: acabar amb les *mudes*.

9. Medi ambient

Es tracta de minimitzar l'impacte mediambiental que es dona en els processos productius i reduir al màxim els residus que es produeixen. Per exemple, es pot aprofitar l'energia o les emissions generades en una part del procés per tal d'alimentar-ne un altre. Reduint el consum de materials i el consum energètic, estem contribuint a l'estalvi econòmic però també a la conservació del medi ambient.

5. EINES I TÈCNIQUES DEL *LEAN MANUFACTURING*

Segons Stone (2012), en les últimes tres dècades l'interès cap al *Lean manufacturing* ha crescut notablement arreu del món i les seves tècniques s'han implementat tant en sectors de producció com en els de serveis. Tot i així, el debat en establir què es el *Lean manufacturing*, quines tècniques són o no necessàries per a la seva implementació. D'acord amb Petterson (2009), aquesta divergència suposa confusió a nivell teòric però encara més a la pràctica.

Per a la descripció de les eines i tècniques del *Lean manufacturing* aquest treball s'ha basat en el llibre "*Lean manufacturing: La evidencia de una necesidad*" de Manuel Rajadell i José Luis Sánchez (2010), i en el treball de Guillermo Maldonado Villalva titulat "*HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS LEAN MANUFACTURING EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD*" (2008).

5.1 LES 5S

5.1.1 Objectius

Segons Castiñeira (2015), l'estratègia de les 5S es basa en garantir que dins l'ambient de treball es compleixin una sèrie de normes que milloren la productivitat de l'organització. S'anomena així perquè són cinc les paraules japoneses que comencen per **S** i conformen aquesta forma de treball.

Quan s'implementa aquesta metodologia es pretén aconseguir una sèrie d'objectius que s'esmenten a continuació:

- Mantenir les condicions adients de neteja i ordre en el lloc de treball i per tant, assegurar que aquest estigui organitzat.
- Millorar la qualitat, els temps de resposta i els costos gràcies a la participació de tots els treballadors.
- Reduir els accidents laborals a través de la millora de les condicions de treball.
- Tenir un lloc de treball amb les condicions de neteja i ordre estipulades facilitarà allargar la vida útil de les màquines.

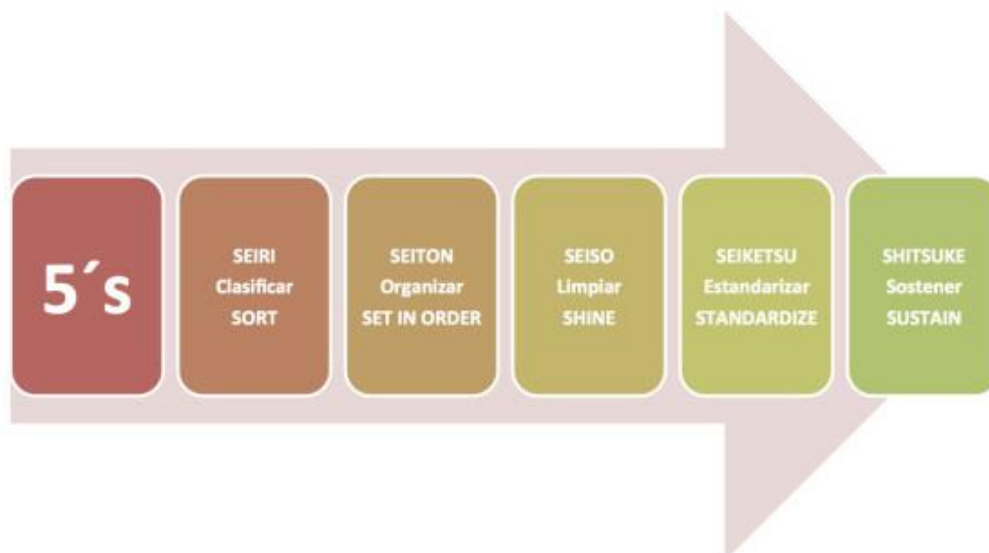


Figura 9: Imatge amb breu explicació de les 5S.

Font: Castiñeira, J. (2018).

Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu i Shitsuke, tal i com podem veure en la imatge, són les paraules que conformen les 5S i que descriuen les fases en que es divideix aquesta eina. A continuació, es descriuen detalladament els cinc principis que conformen aquesta metodologia.

5.1.2 Descripció de les 5S

Seiri (Classificar)

La primera de les 5S significa classificar i eliminar del lloc de treball tot allò que no sigui necessari per a dur a terme la feina que es correspon. El punt clau d'aquesta primera eina és la diferenciació entre allò que és o no és necessari. S'ha de tenir en compte que aquest punt és aplicable tant a elements que s'empren directament per al procés productiu com per exemple les màquines així com també en els materials intangibles com podrien ser els fitxers.

L'alliberació d'espai útil, la reducció dels temps a l'hora d'aconseguir els materials o les eines necessàries, la facilitat per a visualitzar allò que vols i l'augment de la seguretat en el lloc de treball són els beneficis més rellevants que s'obtenen amb aquest mètode.

Respecte a la forma que s'empra per a detectar aquelles coses inútils per a treballar, es fa ús d'una tècnica basada en adherir una targeta roja a tot allò que es percep que és imprescindible per a l'operació a realitzar.

| TARJETA ROJA | |
|---------------------------|-------------------------|
| ARTÍCULO: | |
| CANTIDAD: | FECHA CLASIFICACIÓN: |
| PROPIEDAD: | DECIDE DESTINO: |
| CATEGORÍA | RAZÓN |
| Máquinas | No se necesita |
| Accesorios y herramientas | Defectuoso |
| Materiales | Uso desconocido |
| Material de oficina | Material de desperdicio |
| Producto terminado | No se usará pronto |
| Producto en proceso | Otros _____ |
| DESTINO | |
| Enviar a cuarentena | Reciclar |
| Destruir/Tirar | Ajustar cantidad |
| Enviar a almacén | Compartir |
| Reubicar | Otros: _____ |

Figura 10: Exemple de targeta vermella en les 5S.

Font: Castiñeira, J. (2018).

Seiton (Ordenar)

El *Seiton* és el pas que ve després de la classificació dels objectes (*Seiri*). Es basa en garantir que el lloc de treball sigui un espai ordenat on obtenir les eines que calguin per a una determinada tasca sigui fàcil. Les coses s'han d'ordenar segons uns criteris estrictes de seguretat, qualitat i eficàcia. S'han d'estudiar les disposicions òptimes dels elements tenint en compte la freqüència d'ús d'aquests de tal manera que els que s'emprin amb més constància han d'estar més per mà que altres que tenen un ús secundari.

Seiso (Rentar)

Un cop s'ha aconseguit ordenar tot el que conforma el lloc de treball, el següent pas a donar es l'aplicació del *Seiso* que en japonès significa rentar. Aquest principi lluita per a identificar el *Fuguai* que es tradueix per defecte en japonès.

L'aplicació d'aquesta tercera S implica la neteja diària del lloc de treball amb l'objectiu de que s'assumeixi com a tasca de vital importància per a acabar amb els accidents de treball i la reducció del nombre de fallides de la maquinària, entre d'altres. Aquest darrer afecta directament a la cadena de producció i en el cas més extrem, podria fer aturar temporalment la planta de producció.

A més, mantenir l'àrea de treball neta permet observar amb més claredat si per exemple una màquina te fugues de qualsevol mena.

Seiketsu (Estandarditzar)

Es tracta d'estandarditzar tot allò que es duu a terme durant l'aplicació de les tres primeres "S". L'objectiu del *Seiketsu* és tenir un estàndard fix per a totes les tasques que s'han de realitzar. D'aquesta manera el treballador ha de tenir clar què és el que ha de fer, com ho ha de fer i en quin moment li pertoca fer-ho. Això es pot aconseguir mitjançant fotografies on s'ensenyi l'aspecte adequat que ha de tenir un determinat lloc.

A l'empleat se li ha de transmetre la importància que té el compliment d'aquests estàndards de treball i conscienciar-lo dels efectes negatius que podria tenir el no compliment de les normes. D'aquesta manera, s'intenta reduir el nombre de fallides que podria tenir un treballador ja que una petita errada podria comportar una conseqüència major.



Figura 11: Representació aplicació del Seiketsu.

Font: Pinterest (2018).

En aquesta imatge podríem veure el resultat que tindria la implementació de les tres primeres "S"; s'ha d'aconseguir per mitjà del *Seiketsu* que el lloc de treball sempre es vegi així.

Shitsuke (Disciplina)

Aquest darrer principi és considerat el més difícil d'aplicar. La filosofia de les 5S s'ha d'integrar dins la mentalitat de tots els treballadors. Cal que entenguin el funcionament d'aquesta metodologia i ser conscients de la importància que té seguir-la per a la productivitat de l'empresa.

És el pas més complicat ja que s'han d'acostumar a una nova forma d'organitzar l'àrea on treballen, però un cop ho aconsegueixen, es senten més a gust allà on treballen i també més involucrats en el procés de l'eliminació de les *mudes* i per tant, participants del procés de millora continua de l'empresa.

En els darrers anys algunes empreses que ja apliquen les 5S, han definit quatre principis més que posen en evidència la importància d'aquesta metodologia i que el procés d'ampliació hi és present. A continuació, es farà una breu descripció de cadascuna d'aquestes quatre "S".

Shikaria: paraula japonesa que es tradueix al català com constància i representa la direcció que han de seguir les persones per aconseguir allò que persegueixen.

Shitsukoku: es tradueix al japonès com a compromís i implica l'acompliment dels requeriments de les 5S per part de tots els treballadors.

Seishoo: significa coordinació i es tracta d'aconseguir un grup de treball on els integrants s'ajudin l'un amb l'altre per aconseguir l'objectiu en comú.

Seido: vol dir sincronització a l'hora d'estipular concretament el que ha de fer cada treballador.

5.2 TPM (*Total Productive Maintenance*)

5.2.1 Objectius

Segons Maldonado (2008), el TPM (*Total Productive Maintenance*) va sorgir en una empresa del sector de l'automòbil anomenada Nippon Denso Co. Ltd, que actualment es coneix com Denso. De fet, una de les plantes electròniques més importants del món es troba a Santpedor, un municipi al costat de Manresa.

Inicialment, aquesta tècnica es coneixia com a TMP (*Total Member Participation*) cosa que ens dóna una pista de la importància que tenen els treballadors per aconseguir implantar-la eficientment.

Els objectius que pretén aconseguir aquesta eina són molt clars. Es basen en aplicar una sèrie d'accions que garanteixin la qualitat del producte que es fabrica a partir de la cura de la maquinària que intervé en el procés productiu enfocant-se també en que aquesta tingui el màxim de vida útil. El TPM generalment s'ha d'implementar en major consciència en aquells departaments que treballen indirecta o directament amb la maquinària de l'empresa com per exemple manteniment o enginyeria.

A continuació ens hem de preguntar com s'aconseguiran assolir aquests objectius. La implicació de tots els treballadors és un punt clau estratègic del TPM. Un clima de treball agradable afavorirà que els empleats es sentin més responsables del que estan fent i consegüentment, hi intentaran aportar el seu màxim coneixement per aconseguir les metes establertes.

5.2.2 Els pilars del TPM

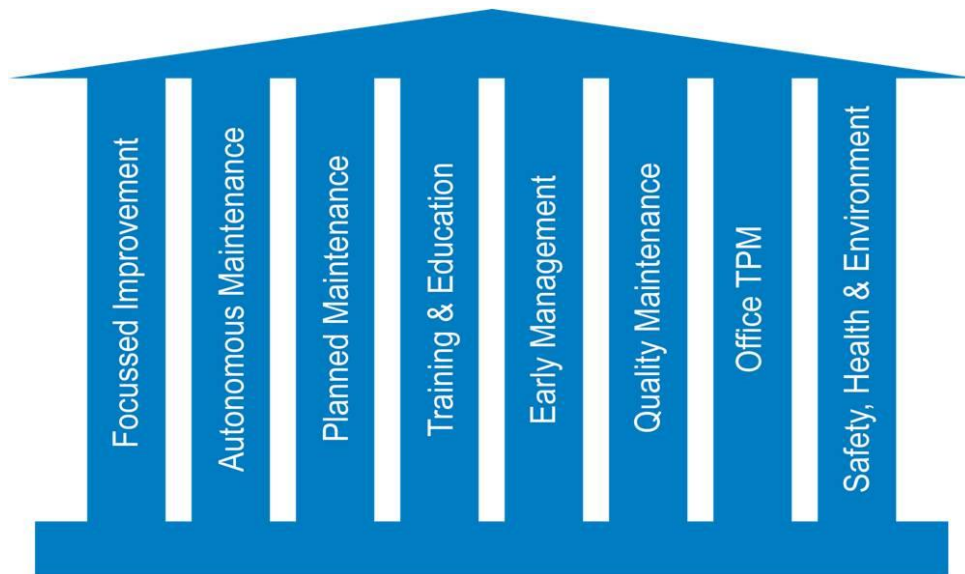


Figura 12: Representació dels vuit pilars del TPM.

Font: Hash Management Services LLP (2018).

A continuació es descriuran cadascun dels pilars que formen el TPM en base a Maldonado (2008).

Millores enfocades

Són accions realitzades per els diferents departaments que intervenen en l'àmbit productiu i que s'enfoquen en la reducció de les pèrdues que es poden partir en el procés productiu. Les averies, les posades a punt, la desorganització en les línies productives i els defectes de qualitat són algunes de les pèrdues més comuns però n'hi ha de moltes altres.

Manteniment autònom

Les activitats de manteniment autònom tenen per objecte involucrar a l'operari en la cura de l'equipament, formant-lo professionalment i indicant-li com s'ha d'actuar acuradament a l'hora de fer el manteniment. Així, es pretenen reduir les fallides de maquinària, millorar la seguretat en l'ambient de treball i aconseguir una major implicació per part del personal en l'empresa.

Manteniment planificat

Aquest tipus de manteniment implica l'organització diària de temps enfocats al manteniment de les màquines que ho requereixen.

Manteniment de qualitat

Les activitats que es realitzen per a millorar la qualitat del que s'està produint és bàsicament la comprovació de la qualitat dels components i de la maquinària que es fa servir. Les accions que es porten a terme estan orientades a la cura de l'equip per a evitar possibles defectes de qualitat. Les màquines han de estar certificades sota el títol de ZDM (*Zero Defect Manufacturing*) i s'han de revisar amb més detall aquells equips que intervenen amb més importància en la qualitat del producte final.

Prevenió del manteniment

El manteniment preventiu, la funció del qual es pot sobreentendre, es basa en reduir el nombre d'avaries que no s'espera que passin. Mitjançant parades de funcionament es pot observar si hi ha peces que necessiten ser canviades. Els fabricants indiquen quina és la vida útil del producte i així poden determinar quin és el millor moment per aturar la producció.

Manteniment en àrees administratives

Es tracta de que les àrees alienes a la producció també apliquin certes millores per a garantir-ne el correcte funcionament. Ha d'existir la coordinació entre les diverses àrees de treball de l'empresa, per exemple, el departament de recursos humans a l'hora d'escollir un candidat per a treballar, haurà d'escoltar amb atenció els requeriments de producció.

Desenvolupament d'habilitats

El treballador requereix d'una formació específica per a saber com actuar en les tasques que es donen en la planta de producció. La formació ha d'anar lligada amb la persona, d'acord amb els seus punts forts.

Seguretat i medi ambient

Aquest pilar es basa en conscienciar als treballadors de la importància de la cura del medi ambient i de la seguretat. El personal ha de rebre formació relacionada amb l'habilitat per a percebre els riscos per tal d'evitar el màxim d'accidents laborals possibles. Així com també xerrades enfocades a disminuir la problemàtica del malbé cap al medi ambient.

5.2.3 Els beneficis del TPM

| BENEFICIS TPM | | |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Organització | Seguretat | Productivitat |
| Clima de treball més favorable | Reducció accidents laborals | Millora vida útil dels equips |
| Increment del sentiment de la responsabilitat | Increment de la capacitat per a identificar problemes | Increment de la qualitat del producte final |
| Participació i cooperació | Millorar les condicions mediambientals | Reducció costos de manteniment |

Taula 1: Taula representativa dels beneficis de l'aplicació del TPM.

Font: Elaboració pròpia.

5.3 POKA-YOKE

5.3.1 Objectius

Segons GlobalLean, la paraula japonesa *Poka-Yoke* es podria traduir al català com a “a prova d’errors”. És una tècnica de qualitat que es basa en eliminar el màxim d’errors possibles que poden ocórrer durant un procés productiu. Es tracta de prevenir l’error abans de que es converteixi en un defecte i buscar solucions per a que aquest no torni a aparèixer.

El *Poka-Yoke* posa èmfasi en el significat de les paraules error i defecte. L’error és allò que provoca el defecte i el defecte és la conseqüència de l’error. Per tant, el funcionament d’aquesta eina es basa en eliminar l’error per aconseguir treballar amb zero defectes. Si evitem tots les fallides es millorarà l’eficiència del procés productiu, es reduiran costos per peces defectuoses i s’aconseguirà una major satisfacció per part del client.

5.3.2 Funcions reguladores del *Poka-Yoke*

Fent referència a Maldonado (2008), els sistemes *Poka-Yoke* segons les seves funcions i les seves formes d’actuar, entre d’altres coses, es divideixen en dos mètodes: de control i d’advertència.

- **Mètodes de control:** són mecanismes de control de defectes que fan que les màquines es parin o es bloquegin quan hi ha una anormalitat per evitar que continuï. Ara bé, pot ser que no sempre sigui així. Es poden donar casos aïllats de peces defectuoses que en comptes de suposar la parada de l’equip, poden ser marcades i després són fàcils de detectar per al seu posterior condicionament.

- **Mètodes d'advertència:** es basen en advertir al treballador mitjançant senyals acústiques i lluminoses de que alguna cosa no funciona correctament. Aquests mecanismes depenen en certa mesura del factor humà ja que el treballador pot no prestar l'atenció que caldria a la senyal que s'està produint i també de factors externs que poden fer que aquestes senyals es captin de forma molt discreta. Per tant, els mètodes de control són molt més efectius i rigorosos en cas d'un procés que requereixi d'un control molt exhaustiu.

5.3.3 Tipus de mètodes *Poka-Yoke*

- **Mesuradors de contacte:** sensors per a detectar anormalitats en quant a forma o dimensió de la peça.
- **Mesuradors de repetició:** aquests mesuradors detecten el nombre de repeticions en que s'ha de fer una operació i si no es compleixen emeten un senyal.
- **Mesuradors de seqüència:** sensors que ens indiquen si hi ha hagut algun error en l'ordre de passos que s'han de seguir en una operació.

5.4 SMED (*Single Minute Exchange of Die*)

5.4.1 Objectius

Segons Rajadell i Sánchez (2010), l'SMED (*Single Minute Exchange of Die*) és una de les eines que engloben la filosofia *Lean manufacturing* que té per objectiu reduir els temps de canvis (*setup*) a menys de deu minuts. Shigeo Shingo, creador del sistema SMED, va veure la necessitat de donar més importància a la metodologia que es seguia durant els temps de canvis que no pas a la capacitat dels operaris.

El temps de canvi es defineix com el temps invertit entre la darrera peça produïda "X" i la primera peça produïda "Y". Durant aquest interval de temps es prepara l'equip per a introduir la producció d'una altra referència. El canvi de utilitatges i eines, la modificació de paràmetres estàndard, el canvi de materials o peces a produir i la preparació prèvia a la fabricació són les principals causes de que el temps de canvi pugui incrementar-se afectant negativament a la productivitat de l'empresa. És aquí on l'eina SMED hi juga el paper clau que és el d'aconseguir que aquestes accions es duguin a terme en el mínim temps possible.

La reducció del *setup* sorgeix de la necessitat d'adaptar-se al mercat quan aquest va començar a demanar més variabilitat de productes i per tant, els lots que es demanaven eren de dimensions menors. Es tractava de poder acontentar als clients d'acord amb les seves demandes, diferents entre elles, però que això no suposes un increment de costos per l'empresa.

5.4.2 Mudes en els temps de canvis

A continuació es detallen una sèrie d'accions que afavoreixen l'aparició de *mudes* en els temps de canvis:

- Els productes acabats es traslladen al magatzem mentre que la màquina està parada.
- La matèria prima que es necessita per a produir una peça "X" es trasllada del magatzem a la màquina quan aquesta està parada.
- Pèrdua de temps a l'hora de buscar eines necessàries per a produir durant els temps de canvis.
- En certa mesura, la conscienciació de l'operari envers la tasca que ha de realitzar.

5.4.3 Càlcul del temps per unitat

Si el temps de canvi es reparteix entre el nombre d'unitats de la sèrie produïda obtenim un valor del temps mitjà equivalent per peça (Equació 1).

$$\text{Temps per unitat} = \frac{tc + tu \cdot n}{n} \quad (1)$$

On **tc**: temps de canvi

tu: temps per unitat

n: nombre de peces

Aparentment, una major producció de peces implica que el temps per unitat es redueixi, però això afavoreix directament a l'aparició de certes *mudes* com podrien ser la sobreproducció, l'increment d'stocks i els problemes de qualitat. La reducció en els temps de canvi permetran acabar amb aquests malbarataments aconseguint així una gran varietat de productes a un baix volum.

5.4.4 Funcionament de l'SMED

Shigeo Shingo va descobrir l'any 1950 que hi havia dos tipus d'operacions a l'hora d'estudiar el temps de canvi en una premsa de 800 tones.

- **Operacions internes:** les que s'han de realitzar amb la maquinària aturada.
- **Operacions externes:** les que es poden fer mentre la màquina funciona com transportar els productes acabats a magatzem.

L'objectiu clarament és el de convertir, en la mesura del possible, les operacions internes en externes. Les internes obligatòriament s'han de fer mentre la maquinària està aturada cosa que suposa que no es pot estar produint, per tant, s'han d'intentar reduir per tal d'afavorir que els temps de canvis s'escurcin. En cas de que aquestes operacions no es puguin evitar, s'ha d'intentar trobar la millor forma de reduir els temps de parada amb una inversió econòmica el més baixa possible.

Els beneficis que sorgiran de l'aplicació d'aquesta tècnica són els següents

- Augment de la capacitat i productivitat de la maquinària
- Increment de la flexibilitat a l'hora de produir
- Client satisfet

5.5 KAIZEN

5.5.1 Objectius

Atenent a Maldonado (2008), *Kaizen* és una de les tècniques que engloben el *Lean manufacturing* i significa "canvi per a millor". L'objectiu d'una empresa quan aplica aquesta eina és la millora continua a través de tots els treballadors. Aquesta filosofia es basa en la idea de que les persones són l'actiu més important d'una organització. El conjunt dels treballadors de totes les esferes de l'empresa són el motor impulsor cap a la millora continua.

La funció del *Kaizen* té per objecte detectar i donar solució als problemes que sorgeixen en les àrees de treball de l'empresa, així com revisar i buscar la manera d'optimitzar els processos que es realitzen.

5.5.2 Dualitat en el *Kaizen*

Aquesta eina s'ha d'entendre des de dues perspectives de treball: com a pla d'acció i com a filosofia de treball.

- **Com a pla d'acció**, el *Kaizen* es basa en millorar les àrees de treball de l'organització per mitjà de la participació de tots els treballadors, posant l'èmfasi en les àrees de producció.
- **Com a filosofia**, el *Kaizen* lluita per a que tots els treballadors tinguin la suficient capacitat i confiança per a proposar idees de millora i que aquestes siguin escoltades per els diferents dirigents.

5.5.3 Principis del *Kaizen*

A continuació es detallen una sèrie de principis que defineixen el *Kaizen* com a pla d'acció i com a filosofia de treball.

- ✓ **La qualitat és el primer:** la qualitat serà el més important, ja que la satisfacció del client és una de les coses més importants. Aconseguir satisfer les demandes del client és un dels aspectes més rellevants del *Kaizen*.
- ✓ **Prioritzar els processos en comptes del resultats:** és dona més importància a allò que genera bons resultats, és a dir, als processos, en comptes dels propis resultats.
- ✓ **Importància de l'anàlisi de dades:** a l'hora de la recerca de solucions per als problemes que sorgeixen s'han de tenir en compte les dades necessàries per a trobar-hi les solucions adients.
- ✓ **El procés següent sempre és el client:** tant si es tracta de client extern o intern sempre s'ha de procurar satisfer als dos. Es basa en la idea de responsabilitzar-se al màxim de la qualitat del que s'està fabricant en tots els processos per a aconseguir la posterior satisfacció del client extern.
- ✓ ***Kaizen* i gerència:** l'equip directiu s'ha d'encarregar de la supervisió dels estàndards establerts així com de garantir la millora en la qualitat, els costos, la productivitat, les entregues i els serveis.

5.5.4 El Gemba Kaizen

La paraula japonesa *Gemba* significa lloc de treball en català. L'objectiu del *Kaizen* és detectar els problemes i trobar-hi solucions per a afavorir la millora continua. D'acord amb això, el *Gemba* és el lloc on s'ha d'anar per a resoldre un problema, és a dir, per a poder solucionar un problema s'ha d'anar al lloc on ha ocorregut aquest problema. Per tant, el *Gemba Kaizen* implica la millora continua en els llocs de treball ja siguin per exemple, la planta de producció o bé la sala de reunió on parles amb el client.

"Hi ha tres tipus de líders: els que et diuen què fer, els que et permeten fer el que vols i els líders de Lean que baixen al Gemba i t'ajuden a esbrinar". – John Shook- Autor de "El Secreto de Toyota: El Informe A3".

Amb aquesta afirmació, Shook deixa en evidència la importància d'anar al lloc on s'ha produït l'anomalia. Tots els estaments de l'empresa s'hi han d'implicar per afavorir-ne una resolució més fàcil del problema.

Idealment, el lloc de treball ha de ser segur, net i no ha de propiciar un ambient de estrés. Es busca que l'àrea de treball estigui fora de les 3K: *kiken* (perillós), *kitanai* (brut) i *kitsui* (estressant). En el *Gemba* es porten a terme tasques de manteniment que serien l'aplicació dels estàndards establerts per als processos que es realitzen i el *Kaizen* que com bé s'ha esmentat vetllaria per a millorar aquests processos. Mitjançant aquestes accions es pretén es volen aconseguir resultats positius pel que fa a la qualitat, el cost i l'entrega del producte. En conjunt aquests tres punts es coneixen com QCD (*Quality-Cost-Delivery*).

5.5.5 Els sis aspectes de l'empresa Kaizen

Per tal d'aconseguir els propòsits de millora continua de l'empresa, s'han de posar en marxa un llistat de principis que seguidament es descriuen.

- **TOTAL QUALITY CONTROL (TQC)**

Aquest principi centrat en el control de la qualitat ha anat evolucionant fins i a dies d'avui es coneix com a TQM (*Total Quality Management*) que busca assolir la qualitat en tots els nivells de l'empresa, des de la qualitat del producte fins a la qualitat de l'equip de treball.

Les eines que s'empren per a poder aplicar el TQM són les següents:

- ✓ Orientació al procés.
- ✓ Qualitat en tots els nivells operatius.
- ✓ Comunicació eficaç.
- ✓ Compromís per part de la gerència.
- ✓ Atendre les demandes del client.
- ✓ Participació de tots els treballadors.
- ✓ Treball en equip.

- **JUST IN TIME (JIT)**

El sistema de producció JIT bàsicament implica produir el que es necessita i quan es necessita. Aquests principis bàsics s'aconsegueixen per mitjà d'una sèrie de principis que s'esmenten a continuació:

- ✓ Produir el que el client demana.
- ✓ Flexibilitat a l'hora d'atendre les necessitats del client.
- ✓ Evitar els temps morts.
- ✓ Aconseguir una alta capacitat de la maquinària.
- ✓ Personal polivalent.
- ✓ La qualitat és el primer.

- **TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)**

L'objectiu del TPM es basa en mantenir i millorar la maquinària per aconseguir uns millors sistemes de producció i qualitat amb una inversió moderada. La meta és arribar a les zero avaries i als zero defectes.

- **POLÍTICA D'EMPRESA**

S'ha de garantir que tots els treballadors tinguin al seu abast la política d'empresa que determina els objectius que es volen aconseguir en determinades àrees de treball i les accions que s'han de realitzar per aconseguir-los.

- **SISTEMA DE SUGGERIMENTS**

Els treballadors són l'actiu més important de l'empresa, se'ls hi ha de donar la suficient confiança per a puguin aportar idees noves de cara a millorar certs aspectes del funcionament de l'empresa. Per a que això s'assoleixi, els alts càrrecs els han d'animar i motivar en el dia a dia.

- **ACTIVITATS DE GRUPS PETITS**

El Cercle de Qualitat és una de les activitats principals que persegueixen l'assoliment de la qualitat màxima de tot el que engloba el producte final però a més també es centra en els costos, la productivitat i la seguretat.

5.5.6 Diferència entre *Kaizen* i *Kaikaku/Kakushin*

Hi ha dos tipus d'enfocaments per tal d'aconseguir progressar en una empresa. Per una banda, l'enfocament gradual que es tradueix en lluitar per millorar contínuament que és l'objectiu del *Kaizen*. Per altra banda, l'enfocament de la innovació dels processos que seria el *Kaikaku* o *Kakushin*.

La taula 2 mostra una comparativa entre les característiques d'ambdós enfocaments.

| Característiques | <i>Kaizen</i> | <i>Kaikashu/Kakushin</i> |
|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Efecte | Llarg termini | Curt termini |
| Velocitat | Pas a pas | Passos dràstics |
| Participació | Tots els treballadors | Grup específic |
| Canvi | Gradual | Volàtil |
| Coneixement | Convencional | Específic |
| Mètode | Millorar i mantenir | Destruir i reformar |
| Requeriments | Poca inversió | Molta inversió |
| Avantatges | Economies de baix creixement | Economies de ràpid creixement |

*Taula 2: Taula de les diferències entre *Kaizen* i *Kaikashu/Kakushin*.*

Font: Elaboració pròpia.

5.5.7 Beneficis del *Kaizen*

- **Baix cost:** no requereix d'una gran inversió econòmica. Es tracta de d'implementar i millorar els processos majoritàriament gràcies a la capacitat dels treballadors.
- **Temps adequat:** el temps que es requereix depèn de les característiques de l'empresa, de la capacitat del personal, de la dificultat de l'activitat que es realitzi... Però el temps invertit dona molt bons resultats a la llarga, en cap cas és temps mort.
- **Adaptabilitat:** aquesta eina de treball es pot implementar en qualsevol tipus d'empresa independentment de la seva mida o del que estiguin produint.

5.6 JUST-IN-TIME (JIT)

5.6.1 Objectius

D'acord amb Maldonado (2008), la filosofia *Just in Time* es basa en la idea de reduir al màxim els malbarataments que es donen en les activitats tant internes com externes d'una empresa. D'aquesta manera es volen aconseguir optimitzar els processos de producció de tal forma que es produeix la quantitat requerida en el temps precís amb el mínim cost possible i amb la qualitat garantida. A més, la filosofia JIT es basa en la idea de que tots aquests objectius s'han d'aconseguir sense accions complicades, enfocaments simples conduiran cap a una gestió eficaç.



Figura 13: Representació de com l'excés d'inventari oculta diferents problemes.

Font: Maldonado, G. (2008).

La metodologia JIT lluita per a acabar amb l'excés d'inventari. Aquesta imatge representa que el nivell del riu són les existències d'una empresa i el vaixell que circula pel riu representa les operacions d'aquesta. La conclusió que se'n pot extreure és que un excés d'inventari amaga els problemes reals que es donen com errors en la qualitat del producte i errors en entregues, entre molts d'altres.



Figura 14: Representació de com reduir l'excés d'inventari posa de manifest els problemes.

Font: Maldonado, G. (2008).

En canvi, aquesta segona imatge posa en evidència que s'ha d'acabar amb l'excés d'inventari per a poder solucionar altres problemes que milloraran el funcionament de l'organització. L'objectiu és eliminar aquestes roques que representen les *mudes* d'una empresa.

5.6.2 Els pilars del sistema JIT

- **Productes necessaris, quantitat justes i moment adient.** Aquestes condicions són indispensables per a acabar amb l'excés d'inventari.
- **Orientació a la demanda.** L'empresa no ha de fabricar fins que el client ho demani.
- **Millora continua.** Cerca constant de millora en els processos productius i en la fase de comercialització del producte per mitjà de la participació dels treballadors.
- **Qualitat total.** Com que es redueix l'excés d'inventari, es lluita per assegurar la màxima qualitat en tots els productes a fi de que no hi hagi costos addicionals.
- **Entregues immediates.** Com que no es treballa en grans lots, sinó que el JIT es basa en produir petits lots amb gran varietat (flux continu), les entregues poden ser diàries o setmanals.
- **Eliminar malbarataments.** Acabar amb tot allò que no dóna valor afegit al producte.
- **Relació estratègica amb els proveïdors.** Els proveïdors són un punt clau a l'hora de poder satisfer les necessitats dels clients.
- **Importància del treballador.** La filosofia JIT concep el treballador com l'actiu més important d'una empresa. Per tant, és clau a l'hora d'aconseguir les metes fixades per l'organització.
- **Distribució de planta tipus cel·lular:** cada lloc de treball està integrat per maquinària disposada en forma d'U. D'aquesta forma, cada lloc de treball és independent entre sí cosa que dota de major flexibilitat al sistema de producció.

5.6.3 One piece flow

El *One piece flow* es refereix al flux continu peça a peça. Aquest mètode de treball també es coneix com a sistema de fabricació *Pull*. Treballar a flux continua implica tres punts claus:

- ✓ Es produeix el que es necessita
- ✓ Quan es necessita
- ✓ En la quantitat que es requereix

A continuació es mostra una imatge on es diferencien clarament els beneficis de treballar en flux continu respecte a la producció en lots.

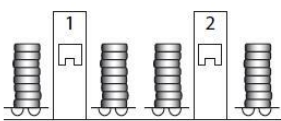
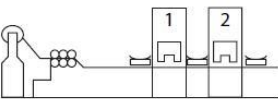
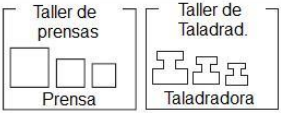
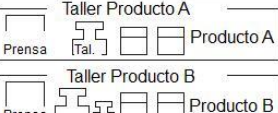
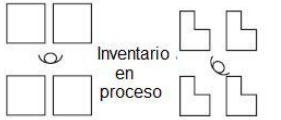
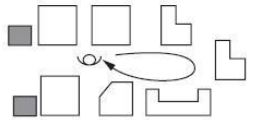
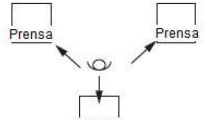
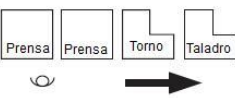
| Tipo de Producción Punto de comparación | Producción por Lotes | Flujo de Producción |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aproximación al proceso |  Solo agrega proceso |  Agrega proceso y saca a la superficie valor añadido |
| Disposición de los equipos |  Estación de trabajo |  Flujo en el taller |
| Aproximación a la Racionalización |  Un operario maneja varias máquinas similares |  Un operario maneja varias máquinas diferentes |
| Operarios |  Una unica habilidad |  Varias habilidades |
| Habilidad | Operario repite misma operación | Operario repite grupo de operaciones |
| Inventario en Proceso | Mucho inventario | Casi sin inventario |
| Lead-time | Largos | Cortos |
| Equipos | Rápidos, propósito general, grandes, costosos, énfasis en la capacidad de utilización. | Lentos, especializados, pequeños, baratos. Con énfasis en la capacidad de utilización |
| Orientación Prod. | Poca variedad, grandes lotes | Gran variedad, pequeños lotes |
| Espacio | Ocupa mucho espacio | No ocupa mucho espacio |
| Aprox. a Eficiencia | Énfasis en eficiencia dentro de los procesos | Énfasis en eficiencia en toda la organización |
| Transporte | Requerido | No requerido |
| Calidad | Problemas de calidad se descubren solo después de la producción | Minimización de los defectos que causan problemas de calidad |

Figura 15: Diferències entre la producció per lots i la producció per flux continu.

Font: Sole, J. (2018).

5.6.4 Mecanismes per a identificar problemes

Per tal de poder evidenciar els problemes que sorgeixen en una empresa hi ha diversos mètodes que ens ajuden a identificar-los. Un cop identificats, per mitjà d'un equip de treball capacitats s'ha de buscar una solució.

Andon és una paraula japonesa que significa "làmpada" i està associat al control visual. És un sistema de control visual que ajuda a plasmar l'estat en que es troba un sistema productiu de tal manera que ens ajuda a conèixer les anomalies que s'hi estan produint. A continuació s'exposen una sèrie de formes de implementar el sistema *Andon*:

- **Torretes de colors:** són sistemes de detecció de problemes mitjançant el control visual dels diferents colors que representen en quin estat es troba una línia de producció.
 - Blanc o blau: problemes en relació a la matèria primera.
 - Verd: maquinària treballant amb normalitat.
 - Groc: fallida de manteniment. En cas de que la llum sigui intermitent pot indicar canvi de referència.
 - Groc: fallida de manteniment. En cas de que la llum sigui intermitent pot indicar canvi de referència.



Figura 16: Imatge d'una torreta de colors.

Font: *Ingeniería Industrial* (2018).

- **Alarmes:** es tracta de poder avisar al personal que està treballant, sobretot quan s'està produint una situació d'emergència. Un exemple de sistema *Andon* per mitjà d'alarmes podria ser el següent:
 - 1 so: situació de seguretat que alerta al departament de seguretat de la companyia
 - 2 sons: situació on tota la brigada de seguretat està convocada, els altres treballadors poden seguir treballant.
 - 3 sons: Els tres sons indiquen que a part de la convocatòria de tota la brigada de seguretat, els treballadors han d'evacuar el lloc on es trobin i dirigir-se als punts de refugi.



Figura 17: Imatge d'una torreta de colors.

Font: Alarmasacústicas S.A.

- **OPL (One Point Lesson):** es basa en la idea de que els equips comptin amb un OPL per indicar com es fa servir, que detalli els passos d'operació que calen.



Figura 18: Imatge d'un OPL.

Font: Allsigns International Ltd (2018).

- **Taulells d'informació:** és un sistema de seguiment de la producció de la planta. S'hi determina el que s'està produint, i el que s'ha de produir.

| | PLAN | REAL | DESV |
|---------|------|------|------|
| Línea 1 | 850 | 870 | 20 |
| Línea 2 | 745 | 745 | 0 |
| Línea 3 | 1203 | 1211 | 8 |
| Línea 4 | 930 | 931 | 1 |
| Línea 5 | 550 | 560 | 10 |

Figura 19: Exemple taulell d'informació.

Font: Maldonado, G. (2008).

- **Marques en el pis:** es tracta d'indicar per mitjà de cintes de vinil les diferents estacions d'una planta de producció. Per exemple, per indicar àrees de pas, àrees restringides al pas o bé àrees on es troben els productes o la matèria primera.
- **Piràmides de Bird:** també anomenada piràmide d'accidentalitat, ens vol ensenyar que quan ocorre un accident molt greu hi ha hagut alertes prèvies. Abans de que es produeixi un accident fatal, hi ha hagut abans accidents lleus, incidents o bé accidents greus. El darrer nivell, difícil de determinar, vol ensenyar quines són les condicions que han afavorit aquests accidents.



Figura 20: Piràmide de Bird.

Font: Wikipedia (2018).

- **Treball estàndard:** l'estandardització consisteix en seleccionar les millors pràctiques per a definir una metodologia de treball que els treballadors han de seguir. L'objectiu és que tots els operaris facin la seva feina sota uns estàndards que garanteixin l'assoliment dels objectius establerts. Gràcies a això, es redueixen de forma notable els defectes i els errors. Per mitjà de gràfics es pot determinar si una peça es produeix com es desitja o no.

5.6.5 Qualitat i cost en el JIT

En una fàbrica que funciona amb el JIT que es produeixi un defecte és un fet molt greu ja que no es disposa d'estock de seguretat i per tant, quan es produeix un defecte s'ha de detenir la línia de producció. S'ha d'evitar al màxim possible l'eliminació dels defectes i en cas de que no s'hagi pogut evitar el defecte, com més tard es detecti aquest més cost suposarà per a l'empresa. Per mantenir un control adequat de la qualitat del producte podem seguir la següent metodologia:

- En primer lloc, mitjançant el control de qualitat total s'ha d'assegurar el correcte funcionament de la maquinària i els treballadors han de tenir garantit que una peça defectuosa no ha de passar al procés següent que li pertoca ja que com s'ha esmentat anteriorment, el defecte no s'ha de propagar ja que això suposa un increment de costos.
- En segon lloc, s'ha de dotar al personal de la capacitat i la confiança suficient per a proposar millores en els processos productius.

El JIT és una metodologia de resultats progressius, no s'ha de pretendre aconseguir les metes que estableix una empresa en un període curt sinó que es tracta d'una millora progressiva en el temps.

A diferència d'altres sistemes de control de producció com el MRP que requereix d'una important inversió, el JIT suposa un cost més baix perquè la seva inversió es basa en la formació del personal a través del qual es reduiran els malbarataments, i per tant, s'aconseguirà reduir l'excés d'inventari i consegüent, es milloraran aspectes molt determinants del producte com podrien ser els costos i la qualitat.

5.6.6 Beneficis i inconvenients del JIT

| Beneficis | Inconvenients |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Redueix els nivells d'inventari, redueix els costos | Augment del cost per canvi de proveïdor |
| Foment de les compres a llarg termini | Compres petites, pujada de preus |
| Flexibilitat de producció | Retards si la planificació d'aprovisionament és incorrecte |

Taula 3: Taula dels beneficis i inconvenients del JIT.

Font: Elaboració pròpia.

5.7 JIDOKA

5.7.1 Objectius

Segons Rajadell i Sánchez (2010), el *Jidoka* és una eina del *Lean manufacturing* que significa automatització amb un toc humà. L'objectiu principal d'aquesta eina és l'assoliment de la qualitat total per a satisfer les necessitats dels clients ja siguin externs o interns. Per aconseguir-ho, s'ha de dotar als processos de mecanismes d'autocontrol de qualitat de tal forma que davant d'una anomalia es detingui el procés automàtic o manualment per evitar que els defectes es propaguin. Eines com el *Poka-Yoke* o *Andon* explicades en capítols anteriors ajuden a assolir aquest objectiu.

La qualitat total es pot sintetitzar en tres punts claus:

- ✓ Focalitzar els esforços en fer les coses bé i a la primera.
- ✓ La qualitat total aplicada a totes les àrees de treball de l'empresa.
- ✓ L'objectiu és satisfer tant als clients interns com externs.

5.7.2 La metodologia del *Jidoka*

Una màquina autonomatitzada és aquella que està connectada a un mecanisme de detenció automàtic per a prevenir la fabricació de productes defectuosos.

El *Jidoka* implica que en les àrees de producció són els propis operaris que s'encarreguen de poder detenir les màquines quan sigui necessari, ja no és el responsable de planta l'únic autoritzat per fer-ho. Dotar als treballadors d'aquest alt grau de responsabilitat seria impossible sense una formació prèvia.

L'empleat pot pulsar un botó per detenir la producció quan detecta irregularitats i automàticament mitjançant sistemes de control visual com les torretes de colors (explicades en el punt 5.6.4) es visualitza on es troba l'anomalia i així tots els operaris n'estan alertats.

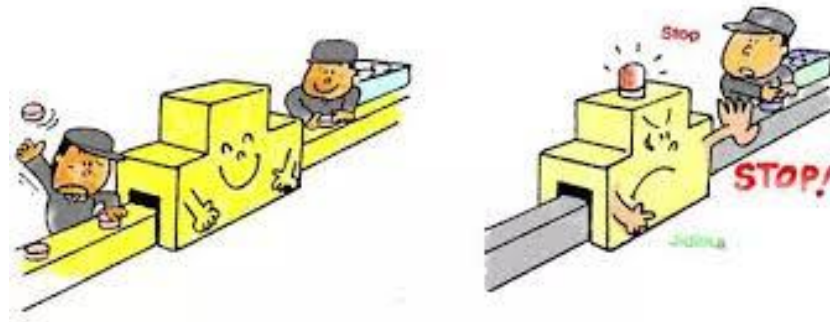


Figura 21: Imatge on es diferencia la parada manual i automàtica.

Font: AAR management (2018).

Un altre punt clau és el sistema *Poka-Yoke* que com bé s'ha explicat anteriorment en el punt 5.3, eviten els errors abans de que es produeixi un defecte.

Segons Saucedo (2017), el procés de treball del *Jidoka* es pot dividir en quatre fases:

- **Detectar el defecte:** pot ser detectat pels operaris o bé automàticament (torretes de colors i alarmes, entre d'altres).
- **Aturar:** la producció en la línia on s'ha trobat el defecte es para.
- **Solucionar el defecte:** entre els treballadors responsables de la línia es busca poder tornar a fer funcionar la línia de producció.
- **Analitzar la causa del defecte (*Kaizen*):** detectar perquè s'ha produït l'anomalia i trobar solucions per a que no torni a ocórrer.
- **Implementar les millores:** un cop s'han aconseguit millores per incorporar al procés, s'incorporen a la metodologia de treball.

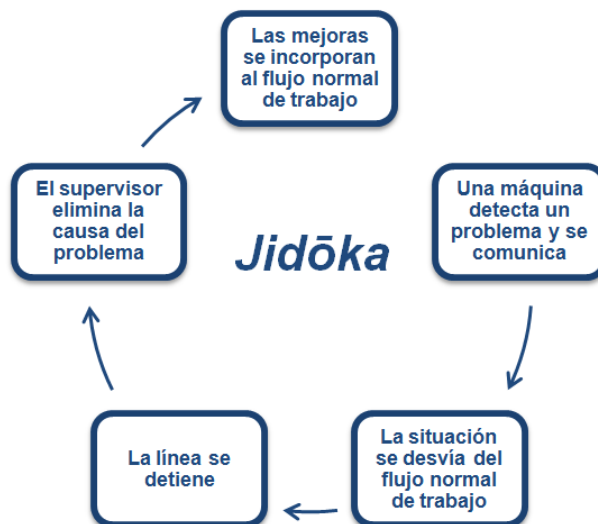


Figura 22: Imatge resum de les fases de treball del Jidōka.

Font: Saucedo, L. (2018).

5.7.3 MAQ (Matriu d'autoqualitat)

Segons Anragal (2016), la matriu d'autoqualitat és una eina de suport que determina amb quina freqüència es produeixen els defectes i el lloc on es generen i es detecten. A més, permet visualitzar l'eficàcia de les accions preses a temps reals.

La MAQ es basa en el que apareix en els fulls de recollida de dades que es recullen al final de cada torn.

| | | FASE DONDE SE PRODUCE EL DEFECTO | | | | | | | Total ppm |
|----------------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|-----------|--------|-----------|
| | | Proveedor Externo | Proveedor Interno | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 | - | Fase n | |
| FASE DONDE SE DETECTA EL DEFECTO | Fase 1 | | | | | | | | |
| | Fase 2 | | | | | | | | |
| | Fase 3 | | | | | | | | |
| | - | | | | | | | | |
| | Fase n | | | | | | | | |
| | Cliente interno | | | | | | | | |
| | Cliente externo | | | | | | | | |
| Total ppm | | | | | | | | | |
| | | TOTAL DE PIEZAS PRODUCIDAS EN UN PERIODO | | | | | TOTAL PPM | | |

Figura 23: Exemple de matriu autoqualitat.

Font: Leanmii.blogs.upv.es (2018).

Aquesta figura mostra un exemple de matriu d'autoqualitat. En aquesta apareix on s'ha produït un defecte i quan s'ha detectat, de tal manera que l'ideal és que el defecte es detecti en l'etapa que s'ha produït i es constitueix així la diagonal principal. A més, s'ha d'evitar que el defecte arribi a mans del client extern cosa que suposarà que s'ha entregat un producte defectuós, per tant, les eines de qualitat total implementades no han fet la funció adient.

A partir d'aquí, s'elabora un pla d'acció per a cada defecte, seran el responsable de qualitat i l'operari encarregat els que han de determinar els defectes més rellevants per mitjà d'un diagrama de Pareto.

5.7.4 Respecte al producte

D'acord amb Rajadell i Sánchez (2010), el respecte al producte és un principi bàsic per aconseguir la qualitat total. Existeixen moltes males praxis freqüents en una empresa que empitjoren la qualitat del producte, per exemple, recollir peces que han caigut al terra o bé operaris treballant sense ulleres o guants que són obligatoris.

A continuació s'exposaran les normes adequades per a garantir el respecte al producte en les diferents àrees de treball:

Recepció de materials i magatzem

- Els palets o caixes defectuoses no han d'entrar a la planta, s'han de tornar al proveïdor.
- Per obrir els embalatges s'han d'emprar les eines adients.
- Els embalatges han de ser adequats per a cada tipus de material.

Cadena d'aprovisionament

- Una peça que caigui al terra ha de ser rebutjada.
- Generalment, les peces no han d'estar emmagatzemades a granel.
- Els containers han de tenir les peces que hi caben, no han d'estar més plens del que poden abastir.

Procés de producció

- Les peces acabades s'han de col·locar en un lloc net i ordenat.
- Totes les peces han d'estar situades en lloc segurs.
- Les peces s'han d'emmagatzemar al final del procés.

Emmagatzematge i transport

- Contenedors en condicions adequades pel producte.
- Contenedors en mal estat no poden ser transportats.

En qualsevol lloc de la planta de producció

- Els productes no poden tornar a ser processats.
- Els productes que estiguin en la zona de rebuig s'han de respectar.
- Està prohibit l'ús de components ja emprats.

5.8 VSM (*ValueStreamMapping*)

5.8.1 Objectius

Segons Leansolutions, el VSM que es tradueix com a “mapa de la cadena de valor”, és una tècnica gràfica que té per objecte la visualització de tot un procés que permeti detallar tant el flux d'informació com de materials necessaris per a que el producte o servei final arribi al client. Gràcies a aquesta eina, s'identifiquen les fonts dels malbarataments i s'inicien plans d'acció per eliminar-les.

Els principis de *Lean Production* són d'aplicació en tota la cadena de valor des del procés de comandes a proveïdors fins a la distribució i entrega del producte al client. En totes les etapes és possible eliminar malbarataments, millorar la qualitat, reduir costos i augmentar la flexibilitat. (Womack, Jones y Ross, 1990).

5.8.2 La metodologia del VSM

El procés per a desenvolupar un VSM es pot dividir en quatre fases que s'exposen a continuació:

Fase 1: selecció i capacitat del grup VSM. Identificació de la família de productes

En aquesta etapa es crea un grup de treball que conegui el procés que serà analitzat i que haurà d'elegir la família de productes que interressi mapejar en funció de les necessitats de l'empresa i es prioritza que els productes passin per diverses operacions en comptes d'una operació única. És per això, que aquest grup ha de rebre formació per a conèixer quines són les *mudes* que existeixen així com una breu introducció al pensament Lean. El líder d'aquest equip de treball es coneixerà com a *Value-Stream Manager*.

Els integrants de l'equip es dedicaran a analitzar la cadena de valor que serà mapejada des de la rebuda de les matèries primeres fins a la sortida del producte final.

| | Proceso 1 | Proceso 2 | Proceso 3 | Proceso 4 | Proceso 5 | Proceso 6 |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Producto A | X | X | X | X | | |
| Producto B | X | X | X | X | | |
| Producto C | X | X | | X | | |
| Producto D | X | X | X | X | | |
| Producto E | | | X | X | X | X |
| Producto F | | | X | X | X | X |

Familia "Y" de productos
Familia "Z" de productos

Figura 24: Exemple de matriu producte-procés.

Font: Sejzer, R. (2018).

Fase 2: representar el VSM de l'estat actual

En aquesta etapa es dibuixa la situació actual de tots els processos i sistemes de treball referits a la família de productes escollida. Per poder fer un VSM s'ha de conèixer la simbologia estàndard que s'utilitza.

| | | | |
|----------------------------------------------|--|--------------------------------------------|--|
| Clients i proveïdors | | Caixetí de dades amb indicadors del procés | |
| Trasllat matèries primeres i producte acabat | | Fletxa que connecta flux amb operacions | |
| Transport per mitjà de camió | | Inventari | |
| Operació del procés | | Línia del temps | |

Taula 4: Taula símbols VSM (1).

Font: Basat en ingenieriaindustrialonline (2016).

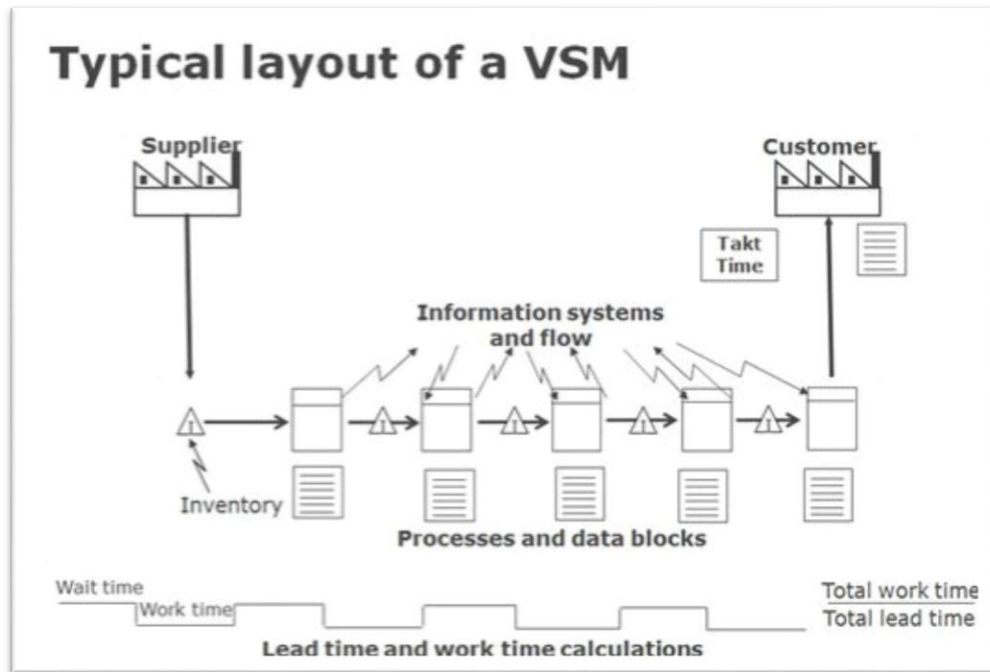


Figura 25: Exemple plantilla VSM.

Font: Pinterest (2018).






La figura 23 mostra un exemple de VSM d'un procés que consta de cinc operacions. En el caixetí de dades i a sota de la plantilla normalment hi apareixen definits els següents paràmetres:

- **CT (Cicle Time):** és el temps que es gasta en completar una operació desde l'inici fins el final.
- **LT (Lead Time):** és la suma de tots els temps morts, és a dir, que no donen cap valor al producte.
- **VA (Value Added):** es refereix al temps de cicle total, és a dir, el temps que es tarda en acabar tot el procés productiu que ha de sofrir el producte.
- **OEE (Overall Equipment Effectiveness):** ens dóna una visió sobre les pèrdues que es donen durant un procés de fabricació.
- **Takt Time:** és el ritme al que volem produir el nostre producte per a poder satisfer les demandes del client.

Fase 3: representar el VSM del estat futur

En aquesta fase es tracta d'enllaçar els processos entre sí per a reduir els temps que no generen cap valor al producte aconseguint així reduir costos.

En l'estat futur del VSM, normalment hi apareixen símbols que no s'han esmentat anteriorment perquè aquí s'hi han aplicat eines del *Lean manufacturing* (veure taula 5).

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Demanda de material |  | Supermarket |  |
| Kanban de transport |  | Anivellament de càrrega |  |
| Cèl·lula de treball | | | |
|  | | | |

Taula 5: Taula de símbols VSM (2).

Font: Basat en *ingenieriaindustrialonline* (2016).

Fase 4: activitats de millora a desenvolupar

Un cop s'ha obtingut el VSM de la situació futura, per aconseguir-ne la seva implementació el grup de treball estipulat en la fase 1, és l'encarregat de gestionar aquests canvis. S'estableix un TIP (*Tactical Improvement Plan*), que estipula quan s'establiran aquestes activitats de millora.

5.9 HEIJUNKA

5.9.1 Objectius

Segons Rajadell i Sánchez (2010), *Heijunka* o producció anivellada és una eina que relaciona directament la producció amb les demandes del client. Es tracta de produir en petits lots garantint la qualitat del producte i la flexibilitat en la producció. Aquest sistema de producció és el contrari al sistema tradicional de producció en grans lots.

L'objectiu és aconseguir una producció continua (sistema *Pull*) assegurant un treball amb el mínim de *mudes* possibles. Aquest sistema de producció es basa en la demanda mensual d'un producte i d'aquesta manera és possible concretar els productes a fabricar en un dia i els temps de canvi.

5.9.2 Eines per implementar el Heijunka

- Flux anivellat de producció vs producció tradicional per lots

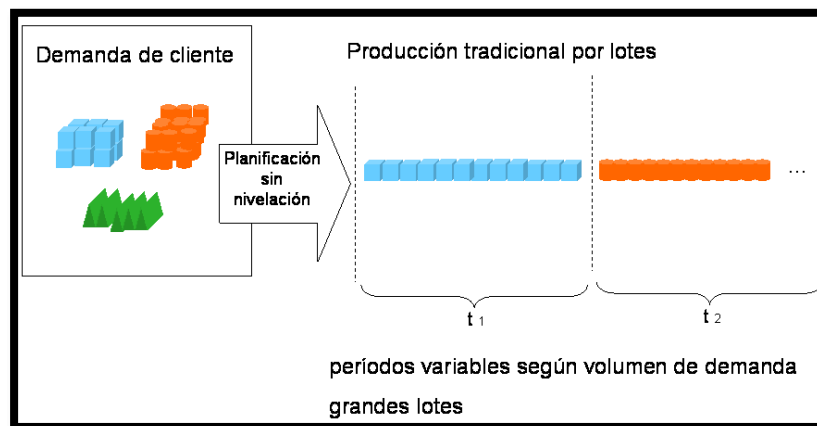


Figura 26: Producció en grans lots.

Font: Leanroots.com (2018).

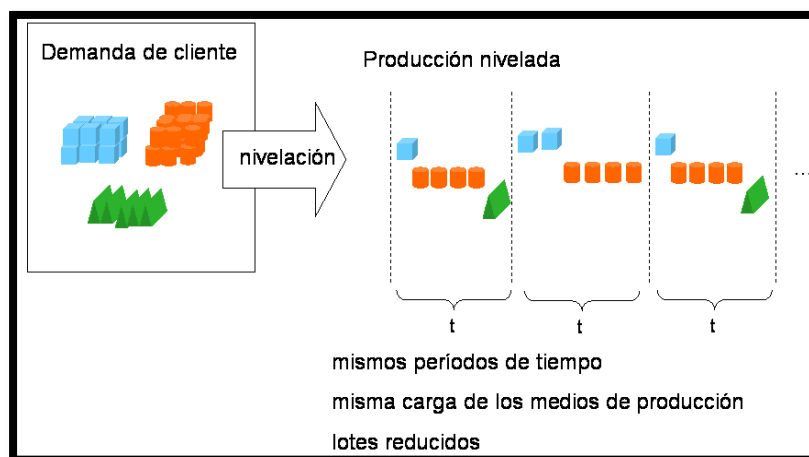


Figura 27: Producció anivellada (en petits lots).

Font: Leanroots.com (2018).

En l'apartat 5.6.3, per mitjà d'una taula, s'han explicat les diferències existents entre ambdós sistemes de producció. En aquest punt ens centrarem en dos casos d'exemple en els que podrem veure com s'enfronta cada sistema de producció envers d'una situació problemàtica.

El sistema **A** correspondrà al sistema tradicional i el **B** al de producció anivellada.

- ✓ Què passaria si es produís una averia en una màquina (suposem que es fabriquen quatre tipus de productes)?

Sistema **A**: gran diferència entre les unitats produïdes de cada producte. Gran diferència entre la satisfacció dels clients. Un client té les seves demandes molt complertes i un altre no les té en absolut.

Sistema **B**: les unitats produïdes de cada producte estarien anivellades així com l'assoliment de les demandes del client.

- ✓ Què passaria si es produís un canvi de referència de sobte?

Sistema **A**: dificultat de canvi de model ja que s'haurà d'acabar de produir el model que està operant en aquell moment.

Sistema **B**: major flexibilitat per dur a terme un canvi de referència.

- **Producció anivellada al *Takt Time* (TT)**

Takt és una paraula d'origen alemany que significa ritme. El *Takt Time* es defineix com el temps en que una peça s'ha de produir per a satisfer les necessitats del clients. És un indicador de freqüència de compra del client.

Teòricament, el *Takt Time* el fixa la demanda però realment es pot modificar, per exemple, variant les hores disponibles per mitjà d'hores extres o per subcontractacions, entre d'altres. Per a que una empresa pugui satisfer les demandes del client el TT ha de ser major que el CT (*Cycle Time*), així s'evitarà haver de pagar a operaris per hores extres o subcontractar a més treballadors. Si la diferència entre els temps és força notable, s'ha d'anar en compte perquè es poden produir temps d'espera que perjudiquin l'empresa.

La producció segons el TT fa sincronitzar el ritme de la producció amb el de la demanda. El *Takt Time* es calcula de la manera següent (Equació 2):

$$\begin{aligned}
 \mathbf{Takt\ Time} &= \frac{\text{temps de treball}}{\text{Demanda}} = \\
 &= \frac{\text{temps del torn} - \text{temps no productiu}}{\text{Demanda} + \text{nombre de peces defectuoses}} \quad (2)
 \end{aligned}$$

- **Utilització de cèl·lules de treball**

Com s'ha comentat en l'apartat 5.6.2 la cèl·lula de treball amb forma d'U és un dels pilars del JIT. Cada cèl·lula fabrica un grup de components que requereixen d'operacions similars. La forma d'U incrementa la flexibilitat en una línia de producció i promou la polivalència dels operaris.

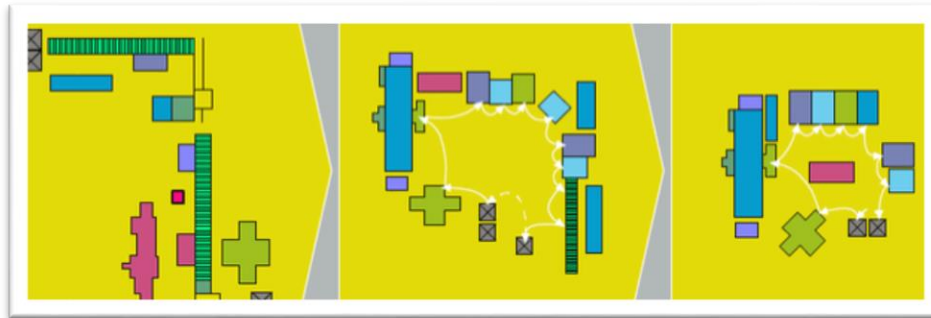


Figura 28: Transformació a una cèl·lula de treball en forma d'U.

Font: Ingeniería Industrial (2018).

5.9.3 Avantatges del Heijunka

Les avantatges de la implementació del *Heijunka* són les següents:

- Minimitza la sobreproducció en els processos, ja que cada estació produeix en base a les necessitats reals de l'empresa.
- Millora de la flexibilitat (capacitat d'adaptació als canvis).
- Estableix en la seva totalitat el sistema *Pull*.
- Millora de la qualitat, habilitat per a resoldre problemes i resoldre'ls al moment.

5.10 KANBAN

5.10.1 Què es Kanban?

En base a Maldonado (2008), fou Taiichi Ohno qui va donar llum al sistema *Kanban* amb l'objectiu d'acabar amb la sobreproducció als tallers. També conegut com a "sistema de targetes", aquest mecanisme de treballes refereix a un sistema de control de la producció en la quantitat i els temps necessaris (JIT). Per aconseguir això, la idea principal d'aquesta eina és que es basa en un sistema de producció *Pull* mitjançant l'ús de les targetes *Kanban*.

Un *Kanban* es podria definir com aquella senyal que autoritza la producció o el moviment del productes. Sense una targeta *Kanban* res es pot produir ni moure. Sovint es parla de que el *Kanban* és el sistema nerviós del sistema de producció *Lean* ja que el *Kanban* dóna les instruccions del control de producció a cada àrea de treball. A cada peça en cada fase que d'un procés li correspon un contenidor buit i un *Kanban* que recull informació com la següent: el lloc de magatzem dels articles fets, la quantitat de peces a produir, la descripció de les peces, etc.

5.10.2 Objectius

- Facilitar el control del material.
- Eliminar la *muda* de sobreproducció.
- Simplificar les feines administratives de la organització de la producció.
- Aconseguir que la producció en cada moment coincideixi amb les necessitats d'aquest moment.
- Dóna confiança als clients a l'hora de rebre els productes.
- Permet produir amb baix inventari.

5.10.3 Funcions que exerceix el *Kanban*

Control de producció:

El *Kanban*, dins del control de producció, fa la funció de poder gestionar el material que entra a producció en el moment adient tenint en compte la demanda del client.

Millora continua en els processos:

El sistema *Kanban* afavoreix. com bé s'ha comentat a l'apartat d'objectius, a assolir l'objectiu d'una empresa que usa el *Lean manufacturing*: la reducció de les *mudes*, de tot allò que no agrega valor al producte. Acaba amb la *muda* per excés d'inventari o bé amb la sobreproducció.

Fluidesa dels materials:

Els materials es mouen a la vegada que es mou un *Kanban*, per tant, això afavoreix tenir sota control tot el material que està circulant en la planta de producció.

5.10.4 Tipus de Kanban

D'acord amb el model *Kanban* emprat per Toyota, podem distingir dos tipus de targetes *Kanban*:

Kanban de producció:

Una targeta de producció *Kanban* especifica la referència i la quantitat del producte que un procés ha de produir.

| | |
|----------------------|-------|
| Procés: | |
| Depositar peces a: | |
| Referència: | |
| Nom de la peça: | |
| Quantitat a produir: | |

Figura 29: Exemple plantilla Kanban de producció.

Font: Elaboració pròpia.

Si la targeta és de color verd, el material ha de ser reposat segons la planificació estipulada. En cas de que sigui de color groga, representa que el material es troba en el límit i requereix d'una reordenació immediata. Finalment, el color vermell suposa una acció urgent perquè l'inventari està esgotat.

Kanban de retir:

Aquest tipus de *Kanban* especifica la referència i la quantitat de producte que un procés ha de retirar del procés anterior o del seu contenidor de producte.

| | |
|--------------------------|---------------------|
| Procés anterior: | |
| Procés posterior: | |
| Contenidor: | |
| Referència: | |
| Capacitat del contenidor | Tipus de contenidor |
| | |

Figura 30: Exemple plantilla Kanban de producció.

Font: Elaboració pròpia.

5.10.5 Avantatges de la implementació de *Kanban*

A continuació s'esmenten els beneficis més destacats que aporta el *Kanban*:

- Reducció dels nivells d'inventari.
- Millora de la qualitat.
- Tenir sota control el que es produeix.
- Major flexibilitat d'entrega.
- Temps de cicle més ràpids en la producció.
- Major rendiment de l'empresa on s'aplica.
- Sistema de producció flexible segons la demanda.

6. IMPLEMENTACIÓ DE LES EINES I TÈCNIQUES DEL *LEAN MANUFACTURING*

En aquest capítol es mostraran les diferents eines del *Lean manufacturing* aplicades en l'empresa Jimsplast S.L.

6.1 LES 5S en 5 setmanes

La informació per a la implementació de les 5S s'ha basat en Gutiérrez (2013).

- **Formació del personal (primera setmana)**

A l'hora d'implementar les 5S és indispensable que els treballadors entenguin en què consisteix aquesta metodologia i amb quina finalitat i com es vol aplicar a l'empresa. De la mà d'un expert en producció ajustada, es portaran a terme sessions de formació i sensibilització a tot allò que envolta les 5S a tots els treballadors de la planta. La formació consisteix en deu hores setmanals repartides en dues hores durant cinc dies.

- ***Seiri* (segona setmana)**

Per tal de facilitar la implementació de les 5S l'empresa es divideix en diversos departaments i en cada un d'ells hi ha un líder capacitat per a exercir el control de l'aplicació de cada una de les cinc S.

La organització queda dividida en les següents zones:

- Les oficines administratives.
- L'àrea de treball on es troben les cinc màquines d'injecció.
- La zona d'emmagatzematge de productes i materials.
- L'espai on es troba la trituradora i la màquina recuperadora de producte.

A partir d'aquí es pot procedir a l'aplicació de la primera S: *Seiri*. Aquesta fase consisteix en classificar i eliminar tot allò que no sigui necessari per al procés que s'està realitzant en aquell espai. Per tant, el primer que cal fer és anar a cadascuna d'aquestes zones i analitzar tots els objectes que estaven allà. Per a poder diferenciar aquells coses inútils que es troben es fa ús d'unes targetes conegudes com *Red Target* (veure figura 8).

En aquesta targeta es pot apreciar com per a cada objecte que es trobi s'ha de marcar quin serà el pròxim destí: reubicar, inspeccionar, destruir, etc. Així mateix, tots els objectes trobats han de tenir una targeta associada. Per exemple, es van trobar objectes personals i eines en mal estat.

Com a resultat, es van obtenir una mitjana de 8 dispositius innecessaris en cada zona de treball. A partir d'aquest moment, el líder de cada un dels departaments i els respectius treballadors es van reunir per a decidir el futur dels objectes trobats. En més del 70% dels casos, els objectes es van tirar, aproximadament un 30% van ser reubicats.

- ***Seiton* (tercera setmana)**

Per a garantir que el lloc de treball sigui un espai ordenat on adquirir les eines per a treballar sigui fàcil, es va procedir a analitzar quines necessitats tenia cada departament pel que fa als elements que s'usen en cadascun d'ells. Així mateix, tenint en compte amb quina freqüència s'empren, estaran més per mà aquelles s'utilitzin amb més freqüència. Per exemple, a la zona de les màquines d'injecció es va procedir a guardar els motlles que s'empren per a la fabricació de diferents referències, just al costat de la zona on es porta a terme el canvi de motlle.

A més, es va procedir a pintar els passadissos seguint el criteri següent:

| Usar | Para delimitar: |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Amarillo | Pasillos, carriles de tráfico y celdas de trabajo |
| Blanco | Equipo y aparatos (estaciones de trabajo, carros, anuncios de piso, estantes, etc.) que no estén dentro de otros códigos de color |
| Azul, verde, y/o negro | Materiales y componentes, incluyendo materia prima, producto terminado y en proceso |
| Naranja | Materiales o producto detenidos para inspección |
| Rojo | Defectos, desechos, reproceso y áreas de tarjeta roja |
| Rojo y blanco | Áreas que se deben mantener libres por motivos de seguridad / conformidad (por ejemplo, áreas enfrente de paneles eléctricos, equipo contra incendios, y equipo de seguridad tal como estaciones para lavado de ojos, regaderas de emergencia y estaciones de primeros auxilios). |
| Negro y blanco | Áreas que se deben mantener libres con propósitos operativos (no relacionados con la seguridad y conformidad). |
| Negro y amarillo | Áreas que podrían exponer a los empleados a riesgos especiales, sean físicos o para la salud. |

Figura 31: Taula dels criteris per a pintar els sòls.

Font: Melcsa.com (2018).



Figura 32: Exemple d'àrees organitzades i pintades.

Font: Melcsa.com (2018).

Pel que fa a l'organització dels utensilis de treball de cada àrea, es va procedir a la creació de taulells d'eines on cada eina es disposa d'una forma ordenada i de fàcil accés. En els taulells hi ha el noms dels diferents objectes, llavors cada eina es col·loca en el lloc que li correspon.

- **Seiso (quarta setmana)**

Un cop s'han aconseguit implementar les dues primeres S, es passa a analitzar les fonts generen la brutícia per aconseguir mantenir el lloc de treball net.

Per començar, s'ha subcontractat a un servei de neteja que s'encarrega de deixar impol·luta tota la fàbrica. A partir d'aquesta primera neteja, es crearan uns panells en cada àrea de treball on s'especificaran quins requeriments de neteja necessita cada zona. Seran els propis treballadors els encarregats de portar a terme aquestes tasques.

- **Seiketsu (quarta setmana)**

Aquesta etapa de la implementació de les 5S es basa en estandarditzar tot allò establert en les tres primeres S. Per tal d'aconseguir-ho, s'han establert estàndards fixos de neteja com el panell on es recullen les tasques de neteja requerides o bé l'organització de les eines de treball. Totes aquestes accions han d'esdevenir hàbits quan es treballa.

- **Shitsuke (cinquena setmana)**

Aquest darrer principi és considerat el més difícil d'aplicar. Es tracta de que totes les accions portades a terme en les quatre S esdevinguin hàbits. A diferència de les altres S, aquesta disciplina no és visible i depèn de la voluntat i de la conducta de les persones. Per aquest motiu, es promouen tallers de reforç on són els propis companys que s'expliquen entre ells els principis d'aquesta metodologia.

- **Shikaria i Shitsukoku**

Constància i compromís són el significat de les paraules *Shikaria* i *Shitsukoku*. Per aconseguir implementar aquestes dues S es proposa avaluar als treballadors de mà del líder del grup de treball. Segons el resultat, els que obtinguin millor nota podran ser premiats amb algun tipus d'incentiu cosa que crearà en els altres la meta per assolir els millor lloc.

- **Seishoo i Seido**

Coordinació i sincronització són el significat d'aquestes dues disciplines. Es tracta de fomentar el bon clima entre els treballadors i per això cal mantenir un cert control envers el tracte que mantenen els diferents treballadors. Un mal clima entre els treballadors no comporta cap benefici, al contrari serà una font de problemes a l'hora d'assolir els objectius de l'organització.

6.2 TPM

El Manteniment Productiu Total estableix un pla de millora per a tota l'organització amb un punt clau estratègic: la participació de tots els treballadors, des del director de l'empresa fins als operaris de planta.

Per a poder explicar com es procedirà a la implementació del TPM, s'analitzaran cada un dels pilars que conformen aquesta metodologia.

- **Manteniment autònom**

En el manteniment autònom ha d'estar involucrat tot el personal de la secció pertinent. Aquesta tasca es portarà a terme a partir dels tres passos següents:

1. La implementació de les 5S
2. Implementació dels estàndards de neteja
3. Capacitació en reparacions menors

L'explicació detallada dels dos primers es pot veure a l'apartat 6.1. Pel que fa al darrer punt, es tracta de donar capacitat als propis operaris de poder actuar en cas de fallida de lleu gravetat. Per a que això pugui ser possible es portaran a terme unes sessions de la mà del líder del departament. Així mateix, el procediment de manteniment autònom només s'aplicarà al departament on es troben els injectors i on es troba la trituradora i la màquina recuperadora de producte.

Es dissenyaran uns panells on s'hi explicaran una sèrie de problemes que es donen i com s'ha de procedir per a solucionar-los. D'aquesta forma, l'operari en cas de dubte no ha d'actuar seguint l'atzar, sinó que haurà d'obeir al panell d'instruccions. Per exemple com s'ha d'actuar en cas de que un cargol estigui mal subjectat.

- **Manteniment de la qualitat**

En aquest apartat l'objectiu és analitzar quins són els problemes que es donen amb més freqüència a la nostra empresa concretament en la planta de producció, des dels problemes amb els treballadors fins als problemes amb les màquines d'injecció. Qualsevol problema directa o indirectament pot afectar a la qualitat dels productes. Per fer-ho, ens basem amb el mètode de Pareto que ajuda a identificar de forma clara els problemes que necessiten ser tractats amb preferència. Cal esmentar que en aquest anàlisi no figuren problemes relacionats amb la màquina trituradora perquè eren menyspreables. Els problemes més freqüents que es donen en peces injectades s'han extret de Interempresas (2010) i Privarsa (2016).

Els problemes que s'han analitzar pertanyen a diferents camps i són els següents:

- Problemes burocràtics **(B)**
- Problemes de formació **(F)**
- Problemes econòmics **(E)**
- Problemes de la maquinària d'injecció **(M)**
- Problemes laborals **(L)**

| Taula per analitzar | | |
|-------------------------------------------------------|------------|--------|
| Problemes principals | Freqüència | Classe |
| Les polítiques d'empresa requereixen massa informació | 3 | B |
| Injecció massa lenta | 5 | M |
| Pell de taronja | 7 | M |
| Pressupostos molt limitats | 4 | E |
| Taques d'enfonsament | 25 | M |
| Rebaba | 6 | M |
| Els empleats no estan prou motivats | 10 | L |
| Deformació | 15 | M |
| Els treballadors no són puntuals | 15 | L |
| Els empleats de l'empresa no tenen suficient formació | 15 | F |
| Encongiment | 12 | M |
| El personal de la planta es mostra despreocupat | 15 | L |

Taula 6: Taula amb els diversos problemes a analitzar.

Font: Elaboració pròpia.

| Delimitació de les categories dels problemes | | | | |
|----------------------------------------------|--------|------------|---|------------|
| Engloba | Classe | Freqüència | % | % Acumulat |
| Problemes laborals | L | 40 | | 30 |
| Problemes burocràtics i polítics | B | 3 | | 33 |
| Problemes de formació | F | 15 | | 44 |
| Problemes amb la maquinària | M | 70 | | 97 |
| Problemes econòmics | E | 4 | | 100 |
| | total | 132 | | |

Taula 7: Taula resum on es mostra la freqüència en que es donen els problemes.

Font: Elaboració pròpia.

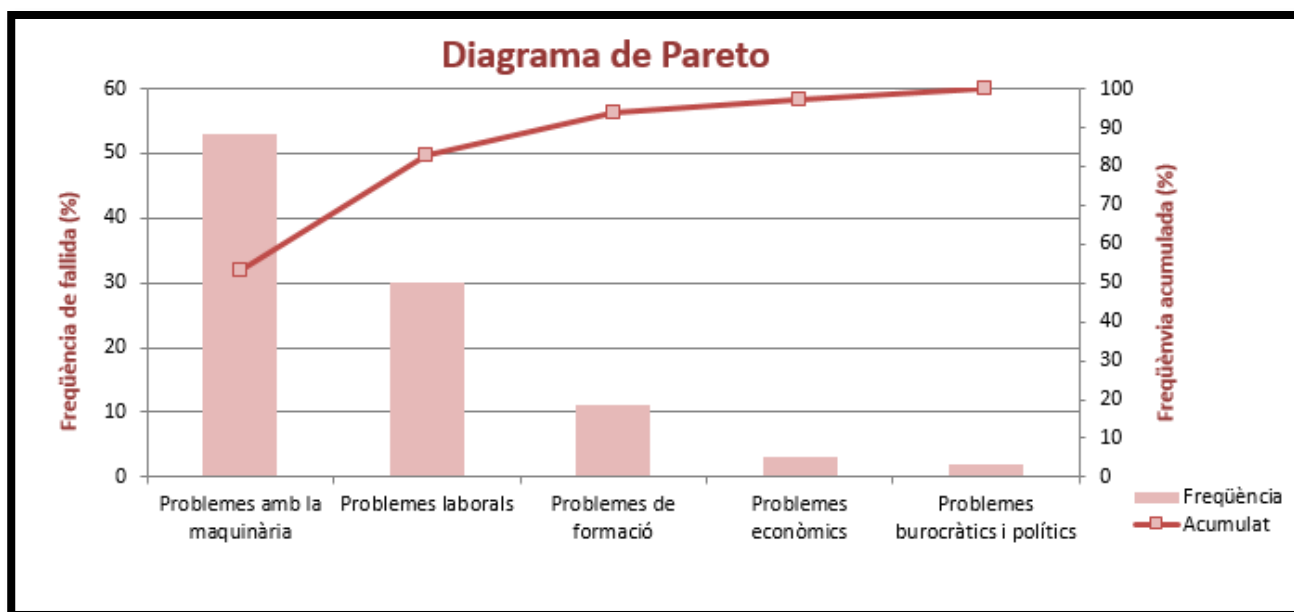


Figura 33: Diagrama de Pareto.

Font: Elaboració pròpia.

S'ha pogut determinar que els problemes que es donen amb més freqüència són els problemes amb la maquinària d'injecció i els que tenen a veure amb la conducta dels treballadors, és a dir, els laborals.

Als apartats que es tracten a continuació es detallaran les mesures preses per a solucionar aquestes anomalies.

- **Millores enfocades**

Tenint el compte l'aparat de manteniment de la qualitat, aquí es tractaran els problemes relacionats amb la maquinària d'injecció i es proposaran accions per a acabar amb aquests problemes que són de gran repercussió per al rendiment de l'empresa. Les anomalies que fan referència als problemes laborals es tracten a l'apartat del manteniment de les àrees administratives.

Per a la implementació d'aquestes mesures correctives es farà us del *Plan Do CheckAct* (PDCA). També conegut com a Cicle de Deming nom que fa referència al que es considerat com el pare del control de la qualitat com es coneix avui en dia.



Figura 34: Cicle PDCA.

Font: CreativeMarket (2018).

Segons Interempresas (2010) i Privarsa (2016), s'aporten una sèrie de solucions que han estat formulades per el líder del departament d'injecció amb l'ajuda d'una empresa subcontractada especialitzada en màquines d'injecció de plàstic.

1. Rebava excessiva

Per a peces on la rebava és més gruixada de 0,15 mm es presenten les solucions següents:

- Baixar les pressions d'injecció i manteniment.
- Augmentar la temperatura del motlle.
- Reduir la mida de la injecció.

2. Pell de taronja

- Baixar la velocitat d'injecció.
- Augmentar la temperatura del motlle.
- Augmentar la pressió d'injecció o de manteniment.

3. Injecció massa lenta

Durant el procés d'injecció, el material no omple el motlle en el temps estipulat per a la injecció.

- Augmentar la pressió d'injecció.
- Inspeccionar la posició de l'estrangulador d'injecció i si es possible, s'ha d'augmentar el seu ajust.
- Augmentar o baixar la temperatura del motlle.

4. Deformació

La peça està torta i deformada en comptes de recta i plana.

- Inspeccionar per a veure si existeix desgast en el motlle i corregir.
- Inspeccionar la caiguda de les peces del motlle i observar el recollidor de la peça per a verificar si les peces s'estan deformant.

5. Taques d'enfonsament

La peça consta d'unes depressions.

- Baixar la velocitat d'injecció.
- Augmentar la temperatura del motlle.
- Inspeccionar la ventilació del motlle i corregir.

● Manteniment àrees administratives

Des del departament de recursos humans juntament amb els treballadors de planta es duran a terme unes sessions on se'ls ensenyaran els resultats obtinguts en el diagrama de Pareto. Es mantindrà un discurs des dels alts càrrecs d'actitud cooperativa amb els treballadors per a arribar a solucionar els problemes. Se'ls preguntarà perquè tenen falta de motivació a l'hora de treballar i per tant, es mostren despreocupats i arriben tard a la feina.

En funció de les respostes obtingudes el departament de recursos humans actuarà adientment. Tal vegada es troben descontents amb la política de l'empresa, amb els sous que tenen o amb les males condicions de seguretat amb les que treballen, entre d'altres coses.

● Seguretat i medi ambient

Pel que fa a la seguretat de l'empresa es proposa el seguiment de les accions que s'exposen a continuació:

1. Implementar i supervisar el STT (Seguretat i Salut en el Treball): d'acord amb la llei de Prevenció de Riscos Laborals 31/05, és obligatori per a les empreses implementar un sistema de gestió SST. Aquest sistema ajudarà i reconèixer les fonts de perill sota les quals treballen els empleats. Sabudes les fonts de perill, podem implementar mesures de control adequades.
2. Formació continua: dur a terme sessions informatives on es parlarà dels perills específics als que estan sotmesos els treballadors i per tant, se'ls indicarà com actuar en cas de perill.
3. Senyalització: per tal de posar èmfasi en la seguretat dels treballadors es senyalitzarà la planta de producció segons convingui. Per exemple senyals que indiquin quins EPIS cal portar.



Figura 35: Senyals de seguretat.

Font: Vestuario-laboral.com (2018).

Pel que fa a la cura del medi ambient, l'empresa es centrarà en la reducció d'emissions de CO₂. Per complir aquest objectiu es crearan unes places de pàrquing que s'anomenaran "places de pàrquing verd" que es reservaran per a cotxes on hi hagi més d'un passatger. Periòdicament, se'ls donarà berenar gratuït als que ho realitzin.

- **Prevenió del manteniment**

En el cas del manteniment preventiu es faran parades tant a les màquines d'injecció com a la trituradora d'acord a la seva vida útil. Són els propis fabricants que especifiquen quina vida tenen les màquines i així poder determinar quin són els moments adients per a fer les parades. Quant a activitats de prevenció d'anomalies per assegurar la qualitat de la maquinària anem a especificar quines activitats s'han de desenvolupar:

Màquines d'injecció

Segons Miñon (2016), les revisions adients per a la màquina trituradora són les que es mostren a continuació:

1. Revisions diàries:

- Revisar l'estat diari de la maquinària reportant qualsevol anomalia i solucionant-ho.
- Revisar el nivell de l'aigua o alguna fuga en les instal·lacions.
- Cuidar el correcte emmagatzematge de les eines, líquids, olis i lubricants.
- Revisar el nivell d'oli de les unitats hidràuliques així com l'oli de lubricació.
- Revisar l'estat dels motlles.

2. Revisions setmanals:

- Neteja de grassa excedent de les màquines.
- Neteja de depòsits d'oli brut de la maquinària.
- Canviar l'oli hidràulic que ja es troba cremat i amb sediments, i rentar el tanc de la màquina.

3. Revisions quinzenals:

- Neteja de pols en les parets, canonades, làmpades, etc.
- Neteja dels ventiladors de planta.
- Control d'olis i grasses.

Màquina trituradora (molí de fulles)

Segons Recimex (2015), les revisions adients per a la màquina trituradora són les que es mostren a continuació:

1. Revisions setmanals:

- Rentar el motor elèctric.
- Rentar l'interior del molí amb un equip d'aigua a pressió.
- Revisar que no hi hagi cargols fluixos.
- Revisar l'estat de les fulles per si necessiten canviar-se.

2. Revisions trimestrals:

- Refrescar les rosques dels suports de les fulles amb un mascle de roscar. Emprar un poc d'oli a l'hora de fer rosca i rentar les rosques.
- Substituir cargols, femelles i rotllanes danyades.

3. Revisions anuals:

- Revisar l'estat dels rodaments de l'eix i del motor. Reemplaçar els danyats.

• **Manteniment planificat**

S'establirà un calendari on s'hi estipularan les hores en que s'ha de fer manteniment de les màquines i a més s'han de fer revisions diàries dels motlles per a la injecció. Un mal estat del motlle provoca directament defectes en el producte obtingut. Emprar per a produir un motlle en males condicions normalment, suposa que tot el que vindrà a continuació esdevindrà un defecte. La màquina s'ha de tractar com un client, no li pots donar una peça en mal estat.

- **Desenvolupament d'activitats**

D'acord amb el diagrama de Pareto, la formació dels treballadors no suposa un problema a gran escala per a l'empresa. De totes maneres, es mantindran sessions de formació per als treballadors dels processos que es duen a terme així com de la importància de la implementació del TPM, quins beneficis comportarà per a l'empresa.

6.3 POKA-YOKE

Com bé ja sabem un dispositiu *Poka-Yoke* té per objecte detectar els errors abans de que es produeixin en defectes. Per a millorar el funcionament de l'empresa, s'han escollit tres sistemes *Poka-Yoke*; un referent a l'àrea administrativa, un altre referent al procés productiu i l'altre relacionat amb el reciclatge que han de seguir tots els estaments de l'empresa.

1. La primera situació es tracta de que un dels treballadors que es troben en les oficines de control de producció cada matí ha de crear un informe operatiu i seguint aquest document, preparar les accions que es duran a terme durant el dia. El problema és que les dades que conformaven aquest document es trobaven en diferents bases de dades, cosa que provocava un seguit d'errors a l'hora de recollir les dades adients.

La solució que es proposa es crear una basa de dades des d'on automàticament es generi un informe amb les dades que es necessiten, això resoldrà el problema de que el treballador es confongués a l'hora d'agafar les dades pertinents.

2. La segona situació és la següent: hi havia un gran nombre de peces que s'enviaven a la zona de retriturat sense ser necessari. Es tracta de fer un panell on es visualitzen de forma concreta i senzilla en quins casos s'han d'enviar els productes a la zona de retriturat en comptes d'anar a la zona de recuperació del producte.

El panell constarà d'imatges on s'hi mostrin els diferents defectes que han d'anar o bé a la fase de recuperació o bé a la zona de retriturat. D'aquesta manera, s'evitarà el malbaratament de peces ABS que tan sols necessiten un tractament fàcil per a fer-lo apte per al client. Això també forma part del treball estàndard i del *Jidoka*.

3. La darrera situació està relacionada amb el tema del reciclatge com a forma per a contribuir a la cura del medi ambient. Sovint l'empresa que es porta els residus que genera l'empresa a la planta de reciclatge, es troba amb objectes disposats en contenidors que no toquen. Per tal d'evitar-ho es proposa un sistema de reciclatge senzill amb un llistat més ampli de contenidors específics per a diferents coses i sobretot on s'hi indiqui al seu costat què és el que no s'hi ha de dipositar i que es sol llençar equivocadament.



Figura 36: Contenidors per a reciclar.

Font: Vestuario-laboral.com (2018).

En aquesta imatge es mostren els contenidors que s'implantaran a la planta de producció i a fora de la planta. En dimensions més petites, es trobaran a les oficines.

A la figura x es mostra un exemple de paper amb la informació relacionada amb el que no es pot llençar al contenidor de vidre.

| Contenidor de vidre | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Què no s'hi ha de llençar? | |
| | Ceràmiques i porcelana |
| | Gots i copes de vidre |
| | Botelles de medicaments |
| | Miralls |
| | Tubs fluorescents |

Figura 37: Full informatiu contenidor de vidre.

Font: Elaboració pròpia.

6.4 JIT

Tant el JIT com el TPM persegueixen l'eliminació permanent dels malbarataments. Pel que fa al pilar de millora continua del JIT, s'han tractat accions per a millorar les anomalies que es donen amb més freqüència a l'apartat 6.2.

Un dels pilars més importants del JIT és la qualitat total. A continuació es detallaran unes eines que conjuntament amb les eines aplicades a l'apartat 6.2, afavoreixen la lluita en la persecució de la qualitat total.

Pel que fa als mecanismes de control per a visualitzar els problemes, es farà ús del sistema *Andon*. Com bé s'ha explicat en l'apartat 5.6.4 es faran ús de torretes de colors per a la detecció de problemes, les alarmes per a poder avisar al personal quan s'està produint una anomalia així com les marques en el pis per a indicar la localització del material i per assenyalar les àrees de pas. Aquesta darrera eina s'ha implementat durant l'aplicació de la metodologia de les 5S.

Per tal de garantir que la matèria primera que ens arribi prové d'una fàbrica certificada tant en temes mediambientals com en temes de qualitat, s'ha de fer el seguiment dels proveïdors que treballen amb Jimsplast S.L. Encara que no hi hagi una llista extensa de proveïdors que treballen amb l'empresa, s'ha de garantir que aquests comptin amb les certificacions adients. Es sol·liciten les següents normes: **ISO 14001, IATF 16949** o bé **ISO 9001/ ISO TS 16949**.

La taula que es mostra a continuació és per fer el seguiment de les certificacions als diferents proveïdors. El funcionament és el següent:

- Cal indicar el codi del proveïdor i el seu nom.
- S'ha d'afegir la data de caducitat de les certificacions, en cas de que en tinguin.
- Es farà ús d'una comanda de l'excel que s'anomena format condicional. D'aquesta manera, les certificacions que, respecte al dia d'avui, estiguin caducades apareixeran en vermell. Les que estiguin entre la data del dia actual i la de 30 dies després, apareixeran en color taronja que voldrà dir que estan a punt de caducar. Finalment, aquelles que passin dels 30 dies després de la data actual no se'ls hi afegirà cap format.
- Finalment, s'ha de ficar l'estat en que es troba cada ISO. Per exemple, està demanada, no hi ha pla per a obtenir-la, entre d'altres.

| Codi de proveïdor | Nom del proveïdor | Medi ambient | Data de caducitat | Estat | Qualitat (ISO 9001/TS 16949) | Data de caducitat | Estat | IATF 16949 | Data de caducitat | Estat |
|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|-------|------------------------------|-------------------|-------|------------|-------------------|-------|
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Taula 8: Avaluació dels proveïdors.

Font: Elaboració pròpia.

Un dels principis més importants del JIT és el de optimitzar els processos de producció. Segons *improve-your-injection-molding* si el temps de cicle es redueix en un 5%, la productivitat augmentarà en un 5%.

El procés d'injecció per modelatge es pot dividir en sis fases:

- Tancament del motlle.
- Injecció de plàstic en el motlle.
- Subjecció de plàstic en el motlle per a permetre la formació adequada del contenidor
- Refredament del contenidor per a que sigui suficientment rígid com a per expulsar-lo del motlle.
- Toc d'obertura del motlle.
- Temps d'ejecció; el contenidor pot ser expulsat físicament del motlle.

Improve-your-injection-molding mostra un cas real d'una empresa de Melbourne (Australià) que es dedica al procés d'injecció per modelatge.

El temps de cicle total de les sis fases és de 9.1 segons. Gràcies a la reducció del temps de les diferents etapes s'aconsegueix reduir el cicle total. Per exemple, les etapes de refredament, obertura i tancament es redueixen en un segon mentre que el temps d'ejecció disminueix en dos segons respecte del valor inicial. D'aquesta manera, s'aconsegueix augmentar la productivitat en un 5%. Ara bé, cada màquina i procés és un món. Hi haurà cops en que el motlle i la màquina ja està en els límits de funcionament per la qual cosa no és possible reduir el temps de cicle.

6.5 KAIZEN

Masaki Imai, considerat com el desenvolupador del *Kaizen*, va definir per mitjà d'un paraigües tot allò que aquesta eina conformava. Segons Imai, el *Kaizen* es pot representar com un paraigües que engloba moltes tècniques entre les quals es troben les activitats de millora continua i el TQC (*Total Quality Control*)

Per tal d'aconseguir els propòsits de millora continua de l'empresa, en aquest apartat es tracten els punts anteriors: TQC i les activitats de millora continua.

TQC (*Total Quality Control*)

La qualitat no és solament tenir un producte acabat de forma eficient, al darrere hi ha un sistema de gestió de qualitat total on tots els treballadors hi estan implicats.

Per tal d'implementar el TQC esmentarem amb detall dues pràctiques bàsiques per a assegurar el control de la qualitat total en base a *Isotools* (2017).

Per una banda, la comunicació interna és considerat un dels pilars més importants a l'hora d'aconseguir tenir sota control la qualitat. S'ha d'aconseguir que tots els estaments de l'empresa treballin sota els mateixos estàndards de qualitat. Per tal d'assolir-ho, es proposa la creació de manuals corporatius on s'estableix la importància de les activitats que es desenvolupen en cada àrea de treball respecte als processos de producció. Aquests manuals juntament amb reunions i convencions on es fomenti la capacitat dels treballadors per a col·laborar en l'assoliment del control de la qualitat total, són un punt clau per a desenvolupar l'estratègia del TQC.

Per l'altra banda, la relació entre el proveïdor i el comprador és un pilar molt important per a la implementació del TQC. L'empresa ha de treballar des de la perspectiva de proveïdor i de comprador, és a dir, de client. La qualitat del material amb el que es treballa és determinant per a assegurar la qualitat del nostre producte. A més, un bon proveïdor és aquell que compleix amb els terminis d'entrega i assegura la qualitat del producte i del servei.

A continuació es mostra una eina per avaluar als proveïdors que forma part de la qualitat concertada amb els proveïdors. En aquest cas s'analitzarà al proveïdor de matèria primera per a la màquina d'injecció. L'objectiu és determinar la fiabilitat dels proveïdors a l'hora de garantir-nos el mínim de pèrdues quant a temps, diners, entre d'altres coses. Per això es farà ús d'un sistema d'indicadors on s'analitzaran la qualitat del producte, del servei i dels terminis d'entrega.

| | Gener | Febrer | Març | Abril | Maig | Juny | | |
|----------------------------------------------------------|-------|--------|------|-------|------|-------|------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Compliment dels terminis d'entrega | | | | | | | | |
| Entregues previstes | 54 | 56 | 45 | 43 | 41 | 41 | Líndars d'acceptació: | Entre 0% i 15% es dona per bo |
| Terminis d'entrega fora de l'acceptat | 2 | 1 | 1 | 0 | 3 | 1 | | Entre 15% i 20% requereix revisar |
| No entregat | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | Més d'un 20% fi dels acords |
| | | | | | | | % compliments d'entrega total: | |
| % compliments d'entrega mensual | 5,56 | 1,79 | 2,22 | 0,00 | 7,32 | 4,88 | 3,60 | Acceptat |
| Qualitat del producte | | | | | | | | |
| Matèria primera rebuda (sacs) | 54 | 56 | 45 | 43 | 41 | 41 | Criteri: | 80%(Inutilitzable) + 20%(Recuperable) |
| Inutilitzable | 5 | 4 | 3 | 5 | 3 | 5 | Líndars d'acceptació: | Entre 0% i 5% es dona per bo |
| Recuperable / reacondicionable | 2 | 6 | 9 | 2 | 4 | 1 | | Entre 5% i 10% requereix revisar |
| | | | | | | | | Més d'un 10% fi dels acords |
| | | | | | | | % compliments de qualitat total: | |
| % qualitat mensual | 8,15 | 7,86 | 9,33 | 10,23 | 7,80 | 10,24 | 8,94 | Requereix revisar |
| Qualitat del servei | | | | | | | | |
| Vegades que hem contactat amb el proveïdor per assistènc | 10 | 11 | 5 | 15 | 14 | 9 | Criteri: | 65%(Errònies) + 35%(No resoltes) |
| Consultes no resoltes | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | Líndars d'acceptació: | Entre 0% i 5% es dona per bo |
| Consultes resoltes erròniament | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | | Entre 5% i 10% requereix revisar |
| | | | | | | | | Més d'un 10% fi dels acords |
| | | | | | | | % compliments de qualitat servei total: | |
| % qualitat servei mensual | 6,50 | 5,91 | 7,00 | 2,33 | 4,64 | 11,11 | 6,25 | Requereix revisar |

Taula 9: Avaluació dels proveïdors.

Font: Elaboració pròpia.

Segons l'anàlisi fet, la qualitat del producte i del proveïdor requereix que sigui revisat. Per tal de solucionar aquest problema, es farà el que es coneix com a *Supplier Selection*. Es mirarà de buscar un altre proveïdor de matèria primera que pugui assegurar millors resultats en ambdós camps: qualitat del producte i qualitat del servei. Serà el departament de compres qui durà a terme aquest procediment.

Activitats de millora continua

Atenent a Intregriaims (2017), el concepte de Cercle de qualitat (concepte que avui en dia engloba les activitats de millora continua) sorgeix al Japó cap als anys 60 de la mà de Kaoru Ishikawa, expert en el control de la qualitat ja que estudià química industrial. Els cercles de qualitat són grups de persones que es reuneixen voluntàriament i de forma periòdica per analitzar i buscar solucions als problemes que sorgeixen en l'empresa. Actualment es coneixen com a activitats de millora continua.

Aquestes activitats les conformen grups reduïts d'entre 5 i 10 persones amb un líder al capdavant. Hi haurà un grup que es dedicarà a detectar els problemes que sorgeixen a l'àrea d'injecció i un altre que estudiarà la màquina trituradora i la de recuperació del producte.

Aquest grup es reunirà setmanalment i els treballadors que hi participin rebran una compensació econòmica extra.

6.6 HEIJUNKA

Aquesta eina té per objecte aconseguir una producció anivellada on la producció vagi de la mà de les demandes dels clients. Es procedeix a analitzar com ha de funcionar aquesta manera de produir a Jimsplast S.L.

L'empresa fabrica diferents peces ABS amb les referències següents: A, B, C i D.

Llavors aquest tipus de sistema es basa en produir d'aquesta forma:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | B | A | C | A | B | B | A | C | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Les màquines de injecció fabriquen alternadament les diferents referències, ja que s'hi es produís una averia en mig del procés productiu, tindriem peces de totes les referències en més o menys quantitat, però en tindriem.

Si produïssim segons la producció tradicional:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | A | A | A | A | A | B | B | C | C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

En aquest cas, si es donés una anomalia durant el procés només tindriem fabricada una referència, de les altres no en tindriem cap producte.

Aquesta metodologia, es basa en treballar sota el *Takt Time*. A continuació es mostra un exemple de càlcul de TT.

$$\mathbf{Takt\ Time} = \frac{\text{temps de treball}}{\text{Demanda}} =$$

$$= \frac{\text{temps del torn} - \text{temps no productiu}}{\text{Demanda} + \text{nombre de peces defectuoses}}$$

| | | |
|--------------------------------|--------|-------------|
| Demanda mensual | 100000 | unitats/mes |
| Dies hàbils en un mes | 20 | dies |
| Temps de descans | 160 | minuts/dia |
| Torn de treball (8h) | 1440 | min |
| Disponibilitat de les màquines | 0,75 | % |
| Percentatge de defectes | 2 | % |

Taula 10: Dades problema Takt Time.

Font: Elaboració pròpia.

$$\mathbf{Takt\ Time} = \frac{(1440 - 160) \cdot 0,8}{(100000/20) \cdot 1,02} = \mathbf{0,2\ min/unitat}$$

Això vol dir els processos han de poder produir una peça cada 0,2 minuts.

6.7 JIDOKA

Aquesta eina capacitat als treballadors a aturar les màquines quan ho creuen oportú. L'operari es troba capacitat per a decidir aturar una màquina perquè preveu una seqüència de defectes en els productes que s'estan fabricant.

S'analitzarà la implementació del *Jidoka* en un cas concret:

1. **Detectar el defecte:** per mitjà d'una matriu d'autoqualitat (veure 5.7.3) s'ha detectat que es produeixen molt periòdicament defectes en les peces injectades: s'observen marques negres o cremades, el que es coneix com a efecte dièsel.
2. **Aturar:** es para la línia de producció, és a dir, la màquina d'injecció on contínuament es dóna aquesta anomalia.

3. **Solucionar el problema:** entre els treballadors responsables d'aquest procés productiu es busquen solucions. Els treballadors reunits han arribat a les següents propostes:

- Limitar la velocitat d'injecció.
- Col·locar ventiladors en les zones on hi apareixen les cremades (proposta per a millora continua, no es pot implementar al moment).

4. **Analitzar la causa (Kaizen):** per mitjà de cercles de qualitat fent ús, per exemple, de la tècnica del *Brain Storming*, s'ha arribat a la conclusió que es cita a continuació:

- Majoritàriament, el defecte és causat, perquè les peces no estan omplertes completament de material en les zones afectades. Una mala ventilació provoca que l'aire no es pot escapar o no es desplaça ràpidament cap a les comissures, quedant comprimit i augmentat la temperatura a nivells força elevats.

5. **Implementar millores:** una de les millores que s'implementarà i que s'ha mencionat abans és dotar de ventiladors les zones on més comunament sorgeixen les cremades.

6.8 SMED

La finalitat d'aquesta eina és la reducció dels temps de canvi, transformant les operacions internes en externes.

S'analitzarà la implementació de l'SMED en el procés de canvi de motlle i en el procés previ de preparació del motlle, és a dir, de condicions prèvies que requereixen els motlles.



Figura 38: Motlles d'injecció.

Font: Indumoldes (2018).

Els motlles que es fan servir a Jimsplast S.L són com els que es mostren en la imatge a sobre. Actualment els motlles es troben emmagatzemats al *warehouse*, és a dir, al magatzem. De tal manera que quan s'ha acabat la vida útil d'un motlle o bé s'ha de procedir a fabricar una altra referència, l'operari adient ha de transportar el motlle antic, deixar-lo a magatzem, agafar el que pertoqui i inserir-lo a la màquina. Sabent que el magatzem es troba força lluny de les màquines d'injecció de plàstic, el transport que realitza l'operari és considerat una operació externa que suposa un temps de canvi que es pot reduir ja que el transport del motlle antic cap al magatzem es fa quan la màquina està aturada. Actualment el procediment que realitza l'operari és el següent:

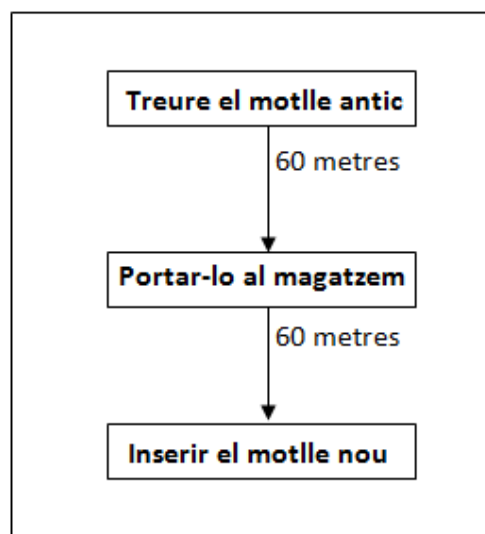


Figura 39: Procés logístic canvi de motlle.

Font: Elaboració pròpia.

La distància entre on es troben les màquines d'injecció i el magatzem és d'uns 60 metres aproximadament. És per això que per disminuir el temps invertit en el canvi de motlle, es procedeix a dotar a l'àrea de les màquines d'injecció d'un petit magatzem de motlles que estarà separat per una zona on hi haurà els motlles que s'han d'emprar durant la jornada i una altre petit apartat on s'hi guardaran els motlles que ja no s'hagin d'utilitzar. Idea basada en Carrizo i Campos (2011).

El nou lloc d'emmagatzematge de motlles es troba a uns escassos 1,5 metres. El fet de tenir més per mà els motlles, aconsegueix disminuir el temps invertit en el canvi de motlle.

6.9 VSM

A continuació es mostra un VSM de la situació actual en que es trobava l'empresa que s'ha basat en Rosnah i Othman (2012). Com es pot observar en l'esquema es mostren les dues operacions que es donen en el procés productiu: *moulding* i *inspection*. El temps calculat sense valor afegit és de 1.88 dies, i el temps de cicle total és de 0.12 dies. Així mateix, es poden observar un notable nombre de peces que es troben en espera cosa que ajuda a l'increment del temps sense valor afegit. Una de les dades que crida més l'atenció és la gran quantitat de temps que s'inverteix en el *setup time*.

Amb aquestes condicions, es poden produir 60000 peces cada mes, el que equivaldria a 3000 peces per dia.

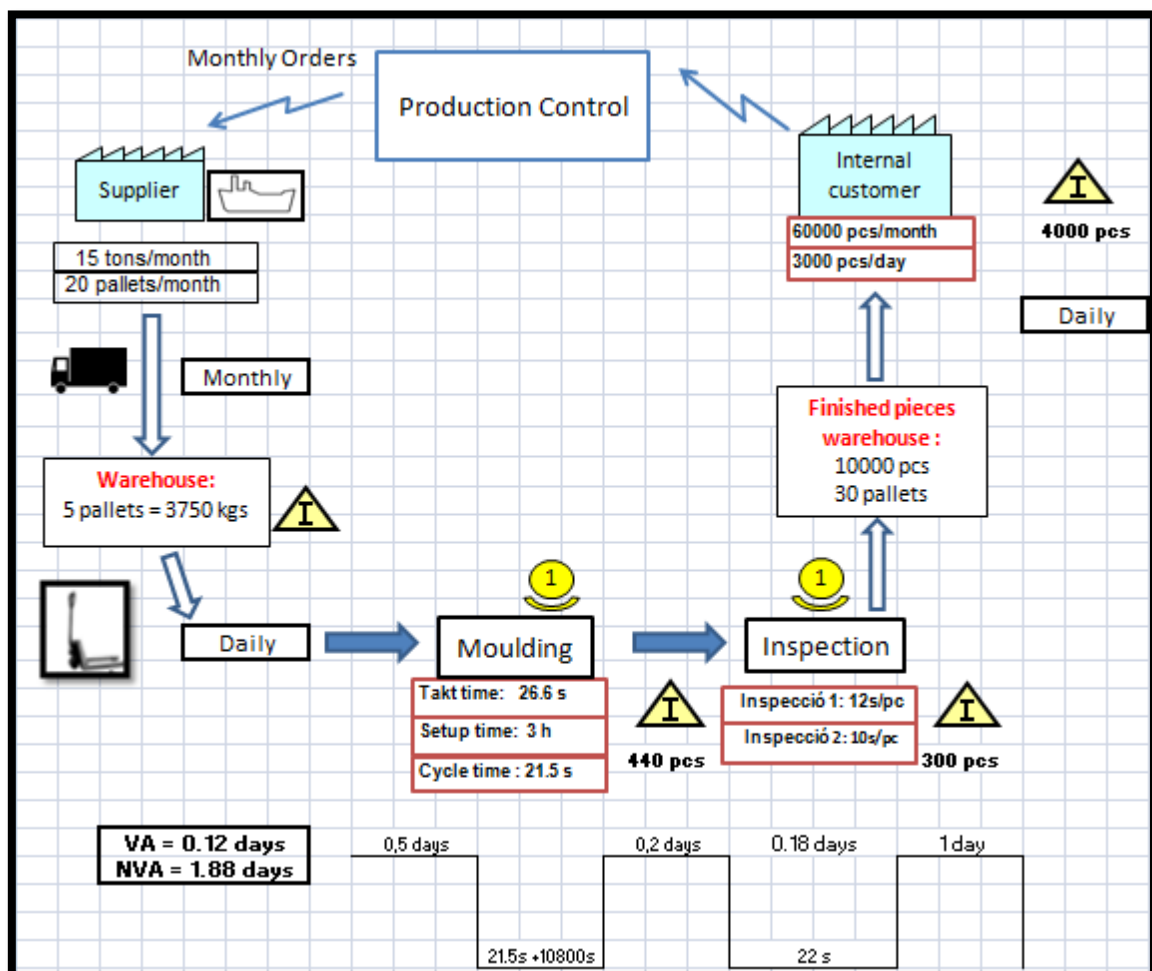


Figura 40: VSM situació actual.

Font: Elaboració pròpia.

Un cop definida la situació actual, es procedeix a estudiar les diferents operacions que formen part del procés productiu i s'analitzen les possibles millores.

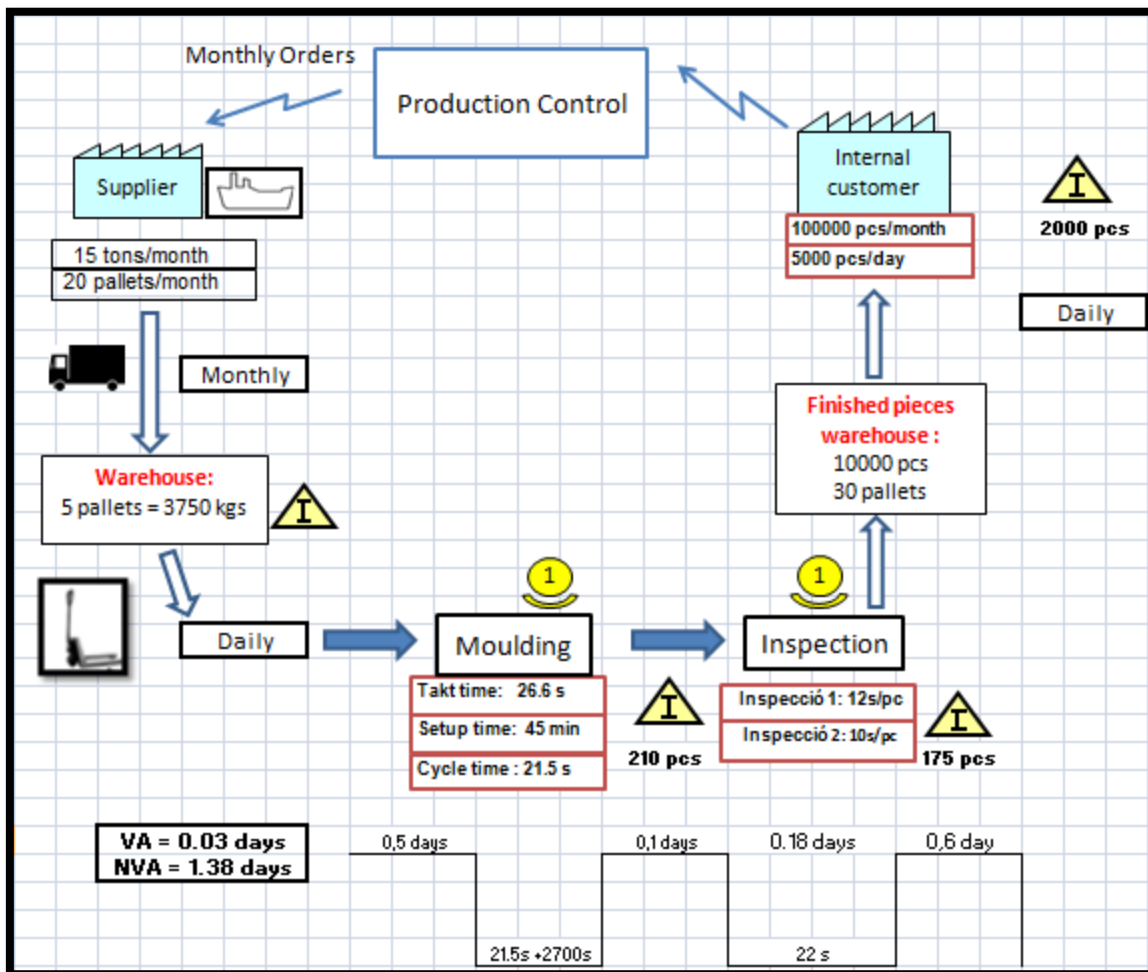


Figura 41: VSM situació futura.

Font: Elaboració pròpia.

En aquest VSM es mostra la situació en que es troba el procés productiu un cop implementades les millores en les operacions que hi intervenen. Un dels canvis més importants és la reducció del *setup time*, passa de ser de 3h a 45 min. Això s'ha aconseguit gràcies al canvi de localització dels motlles (Veure apartat 6.8). Amb aquest canvi s'ha aconseguit reduir la quantitat d'inventari en espera, i per tant, en conjunt l'empresa pot fabricar una quantitat de 100000 peces per mes cosa que suposa un increment notable en relació a la situació passada.

6.10 KANBAN

La metodologia *Kanban* d'acord amb Ballesteros (2018), s'implementa a través d'un seguit de fases:

- **Primera fase:** entrenar a tots els treballadors en relació al sistema *Kanban*.
- **Segona fase:** implementar el *Kanban* en aquells components que presenten més anomalies per a millorar els seus defectes.
- **Tercera fase:** aplicar el *Kanban* en la resta de components.
- **Quarta fase:** en aquesta fase es revisa com està funcionant el sistema *Kanban* i s'actua en conseqüència.

Per a controlar el flux de material per mitjà de targetes que es necessita per al procés productiu es pot fer ús d'un panell *Kanban* com el que es mostra a continuació:

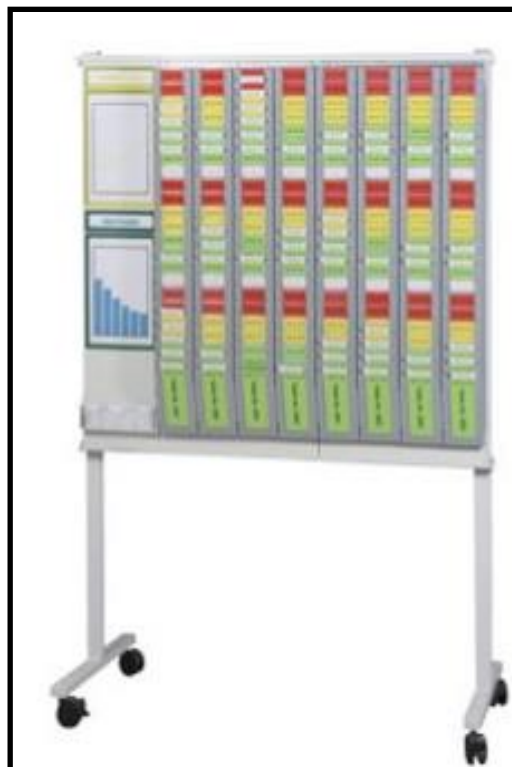


Figura 42: Panell Kanban.

Font: Dycsa.

Les targetes *Kanban* es poden classificar segons els seus colors:

- **Color verd:** el material s'ha de reposar segons el cicle estipulat, no hi problemes.
- **Color groc:** el material es troba en el límit, requereix una ordre immediata.
- **Color vermell:** inventari esgotat, es requereix d'una acció de màxima urgència per la imminent escassetat.

Atenent a Rajadell i Sánchez (2010), a l'hora de poder calcular el nombre de *Kanban* necessaris per a produir d'acord amb les demandes del client empram l'equació següent:

$$N = \frac{U * T (1 + P)}{C} \quad (3)$$

On:

- **N:** nombre de targetes o contenidors necessaris entre dues estacions de treball.
- **U:** ritme d'ús de l'estació de treball "client" mesurat en peces o components per hora.
- **T:** temps necessari per a que una targeta o contenidor viatgi tot un cicle, és a dir, abandoni l'estació de treball i hi retorni buit, es torni a omplir i torni a sortir ple.
- **P:** coeficient que mesura l'eficiència del sistema. El rang de valors es troba entre 0 i 1, on el 0 representa l'eficiència perfecte i un 1 tot el contrari.
- **C:** capacitat del contenidor estàndard o nombre d'unitats del *Kanban*.

7. INDICADORS PRINCIPALS PER MEDIR L'EFICÀCIA DEL LEAN MANUFACTURING IMPLEMENTAT

En aquest capítol s'estudiaran els diferents índexs que serveixen per mesurar l'eficàcia de la implementació del *Lean Manufacturing*.

7.1 OEE (Overall Efficiency Equipment)

En base a Martín (2013), l'eficiència global dels equips, l'OEE, és un dels principals indicadors que es fan servir amb més freqüència en el món del *Lean manufacturing*. L'OEE ens proporciona una visió sobre les pèrdues que ocorren durant el procés de fabricació i serveix per a determinar l'eficiència de les màquines.

Aquest indicador mesura els paràmetres fonamentals per al correcte funcionament d'una empresa: la disponibilitat, l'eficiència i la qualitat. Es calcula de la forma següent:

$$\text{OEE} = \text{Availability} * \text{Performance} * \text{Quality} \quad (4)$$

Availability (Disponibilitat): representa el temps en el que la maquinària ha estat funcionant respecte del temps que hauria d'estar funcionant idealment.

Performance (Rendiment): durant el temps que ha funcionat quantes peces bones o dolentes ha fabricat respecte del que hauria d'haver fabricat d'acord amb el temps de cicle.

Quality (Qualitat): mesura quantes peces bones s'han fabricat respecte del total de peces fabricades.

Per mitjà d'un cas pràctic s'explicarà com es procedeix per a fer els càlculs adients per a obtenir un resultat final d'OEE. El resultat serà analitzat d'acord amb la taula 7.

| VALOR DE OEE | NIVEL | SITUACIÓN | SIGNIFICADO | COMPETITIVIDAD |
|-----------------|-----------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------|
| OEE < 65% | Malo | Inaceptable | Grandes pérdidas económicas. | Muy Baja |
| 65% ≤ OEE < 75% | Regular | Aceptable solo si está en proceso de mejora | Grandes pérdidas económicas | Baja |
| 75% ≤ OEE < 85% | Buena | Aceptable | Ligeras pérdidas económicas. | Ligeramente Baja o media |
| 85% ≤ OEE < 95% | Muy buena | Aceptable | Se acerca a la excelencia. Liderazgo en el Mercado | Buena |
| OEE ≥ 95% | Excelente | Excelente | Objetivo general de todas las empresas manufactureras | Excelente |

Taula 11: Classificació de l'OEE.

Font: Uvadoc.uva.es (2018).

Per calcular els diferents índexs s'ha de fer ús de les següents equacions :

$$\text{Availability} = \text{Operating Time} / \text{Planned Production Time} \quad (5)$$

$$\text{Performance} = (\text{Total production} / \text{Ideal Speed}) / \text{Operating time} \quad (6)$$

$$\text{Quality} = (\text{Good pieces} / \text{Total pieces}) \quad (7)$$

Planned Production Time: correspon al temps de producció planejat.

Operating Time: correspon al temps de producció planejat menys el temps d'inactivitat. Aquest, correspon als esdeveniments que fan aturar la producció per un temps considerable sense haver estat planejat. Fallides de la maquinària, faltes de material i averies en són exemples d'activitats que han d'estar incloses en el temps d'inactivitat o *Down Time*.

Ideal Speed: és la velocitat ideal a la que s'han de produir les peces.

Es mostra la informació referida a un mes que s'extreu de l'àrea de producció per a procedir al càlcul de l'OEE. Aquesta informació s'ha basat en Vijayakumar i Gajendran (2014).

- **Torn:** 24 hores = 28800 min/mes
- **Dies de treball en un mes:** 20 dies/mes
- **Temps planejats d'aturada de producció:** neteja (30 min/dia), àpats (150 min/dia) i descansos (15 min/dia). Total: 3900 min/mes
- **Temps planejats de canvi de motlles:** 3200 min/mes
- **Temps d'inactivitat sense pla previ:** averies mecàniques i elèctriques (4000 min/mes).
- **Total de peces produïdes:** 190000pcs
- **Total de peces defectuoses:** 20000pcs
- **Velocitat ideal:** 12 pcs/min

Seguidament, es detallen els càlculs necessaris per a obtenir el resultat de l'OEE.

A continuació es mostra el càlcul de l'índex de disponibilitat:

$$\text{Planned Production Time} = 28800 \text{ min} - 7100 \text{ min} = 21700 \text{ min}$$

$$\text{Operating Time} = 21700 \text{ min} - 4000 \text{ min} = 17700 \text{ min}$$

Gràcies a l'equació 5, podem calcular l'índex de disponibilitat i el resultat que s'obté és el següent:

$$\text{Availability} = \frac{17700 \text{ min}}{21700 \text{ min}} * 100 = 81,57\%$$

Seguidament es detalla el càlcul de l'índex de rendiment:

Per mitjà de l'equació 6 obtenim la solució següent:

$$\text{Performance} = \frac{190000 \text{ pcs} / (12 \text{ pcs/min})}{17700 \text{ min}} * 100 = 89,46\%$$

Fent ús de l'equació 7, per al càlcul de l'índex de qualitat, obtenim la solució següent:

$$\text{Quality} = \frac{190000 \text{ pcs} - 20000 \text{ pcs}}{190000 \text{ pcs}} * 100 = 89,47\%$$

Finalment, mitjançant l'equació 4, obtenim el resultat de l'OEE:

$$\text{OEE} = (0,8157 * 0,8946 * 0,8947) * 100 = 62,29\%$$

Segons la taula 11, un resultat inferior al 65% és considerat inacceptable per a una empresa i suposa grans pèrdues econòmiques. El llistat d'accions específiques que s'exposen seguidament es poden considerar claus a l'hora d'augmentar el resultat obtingut:

- Reduir el temps d'inactivitat no programat.
- Optimitzar les velocitats de producció.
- Detectar els defectes en les fases inicials per a reduir els defectes.
- Millorar la qualitat del producte fabricat.

Conjuntament, tot el que envolta al *Lean manufacturing* lluita per a millorar l'eficiència d'una empresa. Eines com el TPM, el *Jidoka* i el JIT són claus per a l'assoliment de la millora de l'OEE.

7.2 FTT (*First Time Through*)

Segons Martín (2013), aquest indicador conegut en català com a Qualitat a la primera, indica la quantitat de peces que són produïdes correctament a la primera, com indica el seu nom.

$$FTT = \frac{\text{peces entrades} - \text{peces scrap} - \text{peces reacondicionades}}{\text{peces entrades}} * 100 \quad (8)$$

Les peces *scrap* són aquelles que no es poden recuperar, s'han de llançar. En el procés productiu de Jimsplast S.L com bé s'ha comentat, s'empra un trituradora (molí de fulles) de plàstic per a utilitzar-lo novament en el procés productiu com a gransa.

Les peces reacondicionades són aquelles que malgrat que tinguin algun defecte, es poden recuperar gràcies a la màquina recuperadora del producte que es troba la planta de producció de Jimsplast S.L.

A continuació, s'exposa un exemple pràctic per entendre el funcionament del FTT:

- **Peces entrades:** 5000 pcs
- **Peces scrap:** 40 pcs
- **Peces reacondicionades:** 35 pcs

Segons l'equació 7, obtenim el resultat següent:

$$FTT = \frac{5000 - 20 - 60}{5000} * 100 = 98,4\%$$

7.3 Comandes lliurades completes

Aquest indicador estableix la relació entre el que s'ha sol·licitat i el que realment s'ha entregat al client.

$$\text{Comandes lliurades completes (\%)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ comandes lliurades completes}}{\text{n}^\circ \text{ comandes totals sol \cdot llicitades}} * 100 \quad (9)$$

7.4 OTD (*On Time Delivery*)

Aquest indicador serveix per a mesurar en quin grau està complint l'empresa amb l'entrega de comandes. Es calcula mitjançant l'equació que es mostra a continuació:

$$\text{Comandes lliurades a temps (\%)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ comandes entregades a temps}}{\text{n}^\circ \text{ comandes totals sol \cdot llicitades}} * 100 \quad (10)$$

Una comanda entregada a temps és aquella que s'ha realitzat en dia pactat i amb un marge d'uns 15 minuts respecte l'hora estipulada. El *target* d'aquest indicador es busca que sigui del 95% cosa que indica que l'empresa assoleix correctament els objectius pel que fa a entregues lliurades a temps.

7.5 Parts per milió de defectes (PPM)

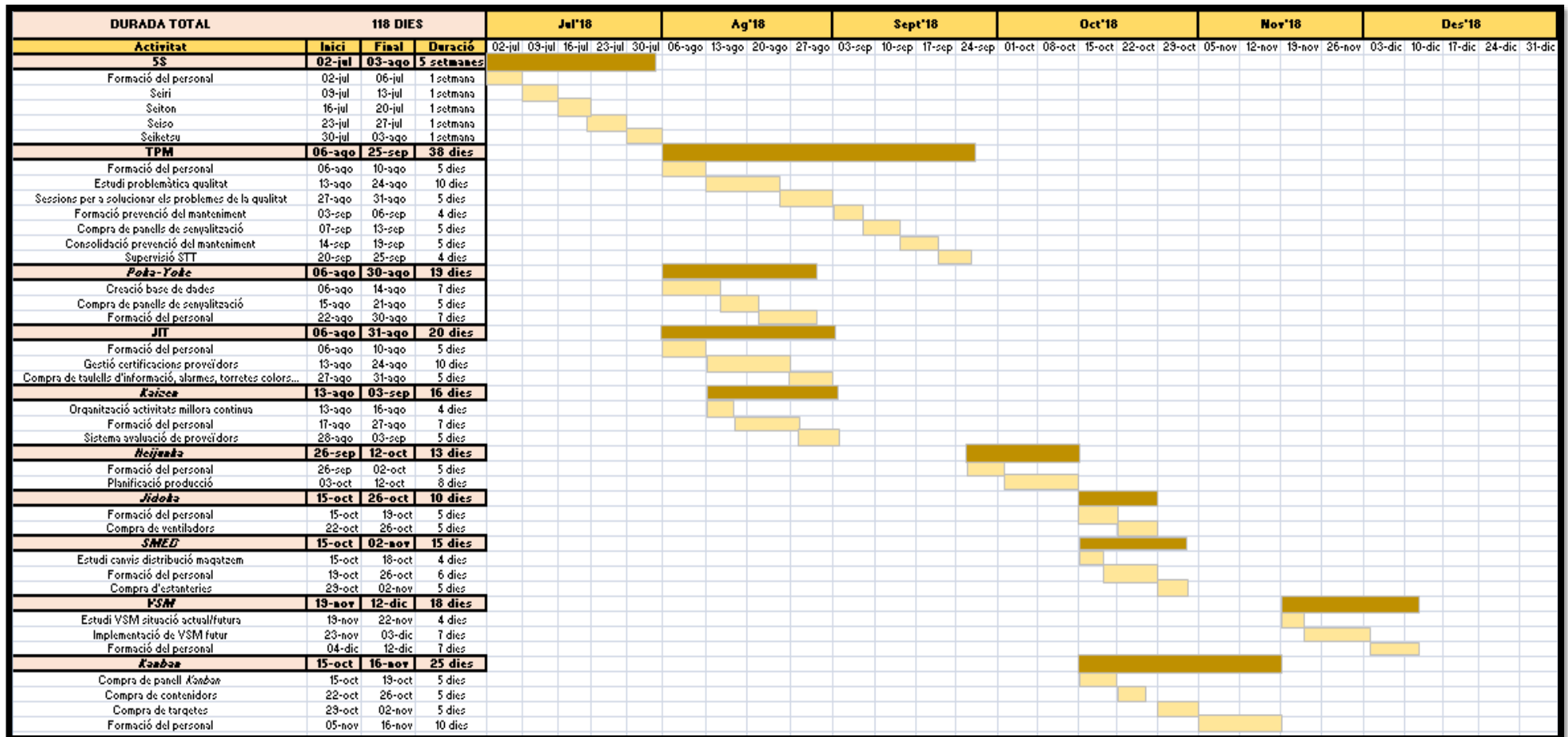
El PPM és un indicador de qualitat que s'empra per a controlar les peces o els productes defectuosos o rebutjats. Per exemple, si el resultat és de 100 PPM voldrà dir que per cada 1000000 de peces o productes que es fabriquin 100 surten defectuosos. Per tant, com menor sigui el nombre de PPM major serà per a una empresa.

$$\text{PPM} = \frac{\text{n}^\circ \text{ peces defectuoses}}{\text{n}^\circ \text{ peces inspeccionades}} * 1.000.000 \quad (11)$$

8. PLANIFICACIÓ TEMPORAL

La planificació temporal del treball es portarà a terme per mitjà d'un diagrama de Gantt que és una de les tècniques que més s'utilitza per a la planificació del treball. Consta de totes les activitats que s'han de realitzar i el moment en que s'han de portar a terme. Això permet tenir una visió de que com s'està desenvolupant el projecte i si cal, fer-ne alguna modificació.

A continuació es mostra el diagrama de *Gantt* referent al projecte present.



Taula 12: Diagrama de Gantt.

Font: Elaboració pròpia.

9. IMPACTE AMBIENTAL: EL MODEL *LEAN & GREEN*

En un context en el que les empreses tenen per objecte optimitzar la seva responsabilitat pel que fa al medi ambient, les estratègies del *Lean* i del *Green* van de la mà. El treball pioner de Florida (1996) va argumentar que els esforços en millorar els estàndards de fabricació i augmentar la productivitat tenen al seu abast la creació d'oportunitats notables per al desenvolupament i la millora ambiental.

Segons González-Benito (2005), els objectius de rendiment operatiu com la qualitat, la fiabilitat i la flexibilitat del volum es poden millorar mitjançant una gestió de la cadena de subministrament més ecològica i amb sistemes de reciclatge adequats.

D'acord amb Grey Hernández (2017), director de l'empresa R.W. Lyall, són tres les pràctiques que afavoreixen més la sostenibilitat d'una empresa:

- ✓ ***Making Less***: la sobreproducció és un dels malbarataments més grans que pot aparèixer en una empresa. Quan es fabriquen productes o components el que s'està fent és emprar energia i matèries primeres que no són necessàries. Per tant, el pensament *Lean* que es basa en produir estrictament allò que demana el client, redueix l'impacte ambiental negatiu ja que no malbarata energia o recursos innecessaris.
- ✓ ***Less moving around***: l'excés de moviment implica directament una despesa pel que fa a energia i costos. La filosofia *Lean* té per objecte reduir l'excés de moviment i per tant, això a reduir l'impacte ambiental.
- ✓ ***Taking less time***: l'espera és un dels malbarataments que contribueix més al consum de temps, energia i recursos. Un bon disseny de la cadena de subministrament afavoreix la cura cap al medi ambient.

9.1 Jimsplast S.L. : empresa eco-friendly

L'empresa Jimsplast S.L és una empresa compromesa amb el medi ambient. Les peces de plàstic que s'obtenen que ni tan sols poden passar per una fase de tractament del producte per a aconseguir les especificacions dels clients són sotmeses a un procés de trituració. La peça injectada en males condicions es tritura de tal forma que es formen unes boletes que es poden fer servir de nou en els processos d'injecció.

Aquesta forma de fer, afavoreix la disminució de deixalles cosa que implica una millora de l'ecologia del planeta. A més, també és beneficiós per l'estalvi de matèria primera, energia i costos.

A més, l'organització es mostra molt centrada en la reducció de les emissions de CO₂ (vegeu apartat 6.2).

10. ESTUDI ECONÒMIC

En aquest apartat es durà a terme el càlcul que tindrà la implementació d'aquest projecte i els beneficis que comportarà a l'empresa.

La taula 13 mostra el desglossament dels costos del projecte. Cada eina o tècnica implementada s'ha realitzat per mitjà d'unes accions específiques que tenen el seu corresponent preu.

| Element | Acció realitzada | Cost per unitat | Quantitat d'unitats | Cost total |
|-------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------|------------|
| 5S | Accions de neteja | 14,00 € | 150 | 2.100,00 € |
| | Projecte per a pintar els sòls | | 1 | 7.000 € |
| | Formació dels treballadors | 500,00 € | 3 | 1.500,00 € |
| | <i>Red targets</i> | 1 € | 200 | 200 € |
| | Organització del projecte | 1.000,00 € | 1 | 1.000,00 € |
| TPM | Formació del personal | 900,00 € | 1 | 900,00 € |
| | Panells de senyalització | 2 € | 20 | 40,00 € |
| | Recursos per al manteniment | 500,00 € | 1 | 500,00 € |
| | Organització del projecte | 1.500,00 € | 1 | 1.500,00 € |
| Poka- Yoke | Etiquetatge dels contenidors | 100,00 € | 1 | 100,00 € |
| | Panell visual | 10,00 € | 3 | 30,00 € |
| | Formació dels treballadors | 500,00 € | 1 | 500,00 € |
| | Organització del projecte | 1.000,00 € | 1 | 1.000,00 € |
| JIT | Sistema Andon | 1.500,00 € | 1 | 1.500,00 € |
| | Formació dels treballadors | 500,00 € | 1 | 500,00 € |
| | Organització del projecte | 700,00 € | 1 | 700,00 € |

Taula 13: Taula del desglossament del preu de la implementació del treball (1).

Font: Elaboració pròpia.

| Element | Acció realitzada | Cost per unitat | Quantitat d'unitats | Cost total |
|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------|------------|
| Kaizen | Formació del personal | 1.500,00 € | 1 | 1.500,00 € |
| | Gestió del projecte | 2.000,00 € | 1 | 2.000,00 € |
| Heijunka | Formació del personal | 1.000,00 € | 1 | 1.000,00 € |
| | Gestió del projecte | 1.000,00 € | 1 | 1.000,00 € |
| Jidoka | Formació del personal | 1.000,00 € | 1 | 1.000,00 € |
| | Gestió del projecte | 1.000,00 € | 1 | 1.000,00 € |
| SMED | Magatzem motlles | 500,00 € | 2 | 1.000,00 € |
| | Formació del personal | 500,00 € | 1 | 500,00 € |
| | Gestió del projecte | 1.000,00 € | 1 | 1.000,00 € |
| VSM | Disseny del VSM | 1.000,00 € | 1 | 1.000,00 € |
| | Recursos materials | 500,00 € | 2 | 1.000,00 € |
| Kanban | Contenidors <i>Kanban</i> | 1.000,00 € | 4 | 4.000,00 € |
| | Panell <i>Kanban</i> | 150,00 € | 5 | 750,00 € |
| | Targetes <i>Kanban</i> | 1.200,00 € | 1 | 1.200,00 € |
| | Formació del personal | 1.000,00 € | 1 | 1.000,00 € |
| | Gestió del projecte | 1.500,00 € | 1 | 1.500,00 € |

Taula 14: Taula del desglossament del preu de la implementació del treball (2).

Font: Elaboració pròpia.

| | |
|-------------------|--------------------|
| COST TOTAL | 39.520,00 € |
|-------------------|--------------------|

Com es pot veure el cost total de la implementació d'aquest treball és de 39.520,00 €. A l'hora de calcular els beneficis que això suposaria per a l'empresa, podem estimar una reducció del 5% en la compra de materials (320.964 €) i un 5% en les despeses de personal (396.784 €). Això implica un estalvi de 35.887,40 € amb la qual cosa en un any i poc s'amortitza el projecte. Actualment, l'empresa té un benefici net d'aproximadament 50.000 € per any, cosa que implica que el benefici s'incrementa en més d'un 70%.

11. CONCLUSIONS

Aquest treball s'ha desenvolupat amb la intenció de conèixer tot el que envolta al *Lean manufacturing* en una empresa del sector química dedicada a la injecció de plàstic ABS. Des d'una vessant teòrica, s'han estudiat moltes de les eines i tècniques que formen part d'aquesta metodologia de treball com per exemple, el TPM, el JIT i el *Kanban*. En conjunt, totes elles han aportat una visió genèrica del que implica que una empresa treballi sota els principis *Lean*: acabar amb els malbarataments per a aconseguir una empresa eficient econòmicament prioritant la qualitat del producte i amb un enfocament clau cap a la figura del client.

Un cop s'ha tractat la part teòrica del *Lean manufacturing*, s'han aplicat eines i tècniques que conformen aquesta metodologia en l'empresa Jimsplast S.L. S'ha realitzat un estudi dels problemes més comuns que sorgeixen en una empresa que es dedica a la injecció de plàstic i consegüentment, s'han proposat accions o mesures per a poder solucionar-los. El diagrama de Pareto ha servit de gran ajuda per a detectar les anomalies més comuns. A més, també s'han aportat mesures innovadores per a millorar el funcionament de l'organització. Gràcies a la informació que existeix sobre aquest temàtica en particular i amb l'ajuda de conceptes adquirits durant el curs del grau, no he tingut dificultats a l'hora d'obtenir les dades necessàries, per tant, considero que he assolit l'objectiu de conèixer com funciona el *Lean manufacturing* en una empresa d'injecció

Així mateix, s'han analitzat amb èxit els diversos índexs que permeten determinar si el *Lean manufacturing* està conduint a millorar l'eficàcia d'una empresa o no. L'estudi de l'OEE ens ha permès fer una recerca de com funciona una organització respecte el rendiment, la disponibilitat i la qualitat.

Pel que fa al tema de la relació entre el *Lean manufacturing* i el medi ambient s'ha comprovat que la implementació de la filosofia *Lean* va lligada a la cura envers l'entorn que ens envolta: disminuir la sobreproducció redueix l'impacte mediambiental negatiu. L'acció de reutilitzar el plàstic és una de les mesures més importants que es poden prendre en una planta d'injecció per a respectar el medi ambient.

Quant a l'estudi econòmic és rellevant destacar que segons el cas estudiat, la implementació del *Lean* és beneficiosa per a l'empresa. En qüestió d'un any, la seva implementació s'amortitzaria i no suposaria res més que beneficis per l'empresa. La implementació d'aquesta filosofia afectaria directament a la reducció de materials i de despeses de personal.

Personalment, aquest treball m'ha suposat adquirir un ampli ventall de coneixements lligats a la filosofia *Lean*. M'ha permès descobrir com funciona una empresa d'injecció de plàstic i analitzar els diferents problemes que hi apareixen i que han de superar amb més freqüència els integrants d'aquesta. Gràcies a això, he pogut plasmar les meves idees en la seva corresponent aplicació en l'empresa Jimsplast S.L. M'agradaria destacar el suport rebut per part del meu tutor del projecte, que m'ha ofert la seva ajuda sempre que ho he necessitat. Les seves aportacions m'han servit de suport per a assolir els objectius del present treball.

12. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

[1] Aguirre, R. (2000). Guía para solucionar los problemas más comunes en moldeo por inyección. Disponible a:

<http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/5878-Guia-para-solucionar-los-problemas-mas-comunes-en-moldeo-por-inyeccion.html> [Accés 15 Maig 2018].

[2] Alarmas Acústicas y Visuales S.A. (2016). Disponible a:

<http://alarmasacusticas.blogspot.com.es/2016/02/>[Accés 27 Març 2018].

[3] Aliexpress.com. Disponible a:

<https://es.aliexpress.com/cheap/cheap-door-handle-auto-parts.html>[Accés 19 Febrer 2018].

[4] Allsigns International Ltd. One Point Safety Lesson – Complete With Your Logo. Disponible a:

<https://www.allsigns.co.uk/product/one-point-safety-lesson-complete-with-your-logo/> [Accés 27 Març 2018].

[5] Anragal (2016). La Matriz de Autocalidad (MAQ) – Blog de la assignatura Lean manufacturing del màster ingeniero industrial.

Disponible a: <http://leanmii.blogs.upv.es/2016/04/28/la-matriz-de-autocalidad-maq/> [Accés 5 Abril 2018].

[6] Carrizo, A. and Campos, G. (2011). Single Minute Exchange of Die. A Case Study Implementation.

[7] Castiñeira, J. (2015). Técnica de las 5 S. SGM- Sistemas de Gestión y Mejora.

Disponible a: <https://sisgemeco.wordpress.com/2015/02/12/tecnica-de-las-5-s/> [Accés 9 Març 2018].

- [8] Dycsa.com.mx. DYCSA soluciones industriales. Disponible: <http://www.dycsa.com.mx/tableros.html> [Accés 20 Maig 2018].
- [9] Es.wikipedia.org. (2018). Pirámide de Bird. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Pir%C3%A1mide_de_Bird [Accés 27 Mar. 2018].
- [10] Globallean.net. Lean y su Top 25: POKA-YOKE. Sistemas a prueba de errores. Disponible a: <http://www.globallean.net/noticias/lean-y-su-top-25-poka-yoke-sistemas-a-prueba-de-errores/2015/> [Accés 25 Abril 2018].
- [11] Hash Management Services LLP. (2017). The Eight Pillars of TPM. Disponible a: <https://hashllp.wordpress.com/2017/02/03/the-eight-pillars-of-tpm/> [Accés 20 Març 2018].
- [12] Imágenesinteresantes. Disponible a: <https://www.pinterest.es/pin/539095017874996356/?autologin=true> [Accés 15 Març 2018].
- [13] Impresoras3d.com. Disponible a: <https://www.impresoras3d.com/el-material-de-impresion-abs-y-sus-caracteristicas/> [Accés 22 Maig 2018].
- [14] Isotools.org. (2017). ¿Qué es la gestión de calidad total?. Disponible a: <https://www.isotools.org/2017/04/24/la-gestion-calidad-total/> [Accés 22 Maig 2018].
- [15] Izquierdo, R. (2017). Circulos de calidad; qué son, cómo funcionan, ventajas y desventajas. [online] Integria IMS. Disponible a: <https://integriaims.com/circulos-de-calidad/> [Accés 15 Maig 2018].
- [16] Proyecto Kanban. (2012). EJEMPLO DE UNA TARJETA KANBAN. Disponible a: <https://proyektokanban.wordpress.com/2012/11/07/41/> [Accés 9 Abril 2018].
- [17] Leanproduction.com. (2015). 100 años del nacimiento de Taiichi Ohno creador del Toyota Production System * Lean Production. Disponible a: <http://www.leanproduction.co/noticias-lean-manufacturing/100-anos-del-nacimiento-de-taiichi-ohno-creador-tps.html> [Accés 22 Maig 2018].
- [18] Leansolutions.co. VSM, Value Stream Mapping – Lean Solutions. Disponible a: <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/> [Accés 22 Maig 2018].
- [19] Leanroots.com. Nivelado multiproducto (Heijunka box). Disponible a: <http://leanroots.com/heijunka.html> [Accés 8 Abril 2018]

- [20] Levelling, S., Concrete, C. (2016). Advantages and Disadvantages of Plastic Injection Molding.
- [21] Maldonado, G. (2008). HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS LEAN MANUFACTURING EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
- [22] Molina, A. (2016). 10 problemas comunes en tu planta de inyección de plástico que puedes solucionar hoy mismo - PRIVARSA. Disponible a: <https://www.privarsa.com.mx/inyeccion-plastico-10-problemas-comunes/> [Accés 12 Maig 2018].
- [23] Martin, J. (2013). INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL LEAN MANUFACTURING EN LA INDUSTRIA. Valladolid.
- [24] Miñon, E. (2016). DESARROLLO PROFESIONAL EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN MÁQUINAS DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO Y SUS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO.
- [25] Quiminet.com (2016). AcrilonitriloButadienoEstireno (ABS): Descripción, propiedades y aplicaciones. Disponible a <https://www.quiminet.com/articulos/acrilonitrilo-butadieno-estireno-abs-descripcion-propiedades-y-aplicaciones-4433.htm> [Accés 1 Maig 2018].
- [26] Rajadell, M., Sánchez, J.L. (2010). Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad. España: Díaz de Santos.
- [27] Recimex.com.mx. (2015). Mantenimiento de molino de cuchillas – Recimex®. Disponible a: <http://www.recimex.com.mx/blog/?p=325>[Accés 20 Maig 2018].
- [28] Rico, G. (2015). Sabías que un vaso, una copa o un espejo no van al contenedor verde?. ELMUNDO. Disponible a: <http://www.elmundo.es/economia/2015/05/17/55545941268e3e442c8b4579.html> [Accés 21 Maig 2018].
- [29] Romero, A. (2015). La herramienta Jidoka - AAR management. Disponible a: <http://www.angelantonioromero.com/la-herramienta-jidoka/> [Accés 5 Abril 2018].
- [30] Rosnah, M. i Othman, A. (2012). Lean Manufacturing Implementation in a Plastic Molding Industry.

- [31] Salazar, B. (2016). Andon: Control visual. Disponible a: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/andon-control-visual/> [Accés 25 Març 2018].
- [32] Salazar, B. (2016). Heijunka: Nivelación de la producción. Disponible a: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/heijunka-nivelacion-de-la-produccion/> [Accés 25 Març 2018].
- [33] Saucedo, L. (2017). Principios de la calidad aplicados a la producción (JIDOKA). Disponible a: <http://blog.elinsignia.com/2017/11/03/principios-de-la-calidad-aplicados-a-la-produccion-jidoka/> [Accés 5 Abril 2018].
- [34] Sejzer, R. (2016). ¿Cómo implementamos un Mapa del Flujo de Valor (VSM)? Disponible a: <http://ctcalidad.blogspot.com.es/2016/07/como-implementamos-un-mapa-del-flujo-de-28.html> [Accés 8 Abril 2018].
- [35] Sole, J. (2012). Lean. Diferencias entre Producción por lotes y Flujo Continuo de Producción. L8 – Procesos, Estrategias y Operaciones. Disponible a: <http://javiersole.com/?p=2070> [Accés 20 Març 2018].
- [36] Ub.edu. Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS). Disponible a: <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/acrilonitrilo-butadieno-estireno-abs> [Accés 10 Maig 2018].
- [37] Vásquez, A. (2018). NOGUERA KRB Centro de Estudios Profesionales - Manufactura Esbelta "Lean". Disponible a: <http://noguerakrb.net/site/index.php/base-de-conocimientos/mejora-de-procesos/lean> [Accés 7 Març 2018].
- [38] Vijayakumar i Gajendran, (2014). IMPROVEMENT OF OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) IN INJECTION MOULDING PROCESS INDUSTRY. India.
- [39] Hernandez, Greg (2017). Lean & Green – Boost Sustainability with Lean Manufacturing Principles
- [40] Cocca, Paola (2018). Leanness measurement methods in manufacturing organisations: a systematic review. Brescia.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Politècnica Superior d'Enginyeria
de Manresa



ESTUDI DE L'APLICABILITAT D'EINES *LEAN MANUFACTURING* EN UNA EMPRESA DE COMPONENTS D'AUTOMOCIÓ

Pressupost

Treball realitzat per: Júlia Dols de la Portilla

Dirigit per: Jordi Fortuny Santos

Grau en Enginyeria Química

Juny 2018

ÍNDEX

| | |
|----------------------------------|---|
| 1. Introducció | 3 |
| 2. Objecte i abast..... | 3 |
| 3. Condicions específiques | 3 |
| 4. Validesa | 3 |
| 5. Import..... | 4 |

1. Introducció

El present document adjunt a la memòria escrita correspon al pressupost d'aquest projecte.

2. Objecte i abast

En el present annex es detallen els honoraris professionals referents a la elaboració de la memòria del projecte *“Estudi de l'aplicabilitat d'eines Lean manufacturing en una empresa de components d'automoció”*.

3. Condicions específiques

El desenvolupament i l'aplicació del present projecte es fomentarà sota les mesures de seguretat pertinents i les mesures de prevenció de riscos laborals establertes i vigents a l'empresa.

Un cop acabat el projecte, s'emetrà una factura per l'import total del projecte a l'empresa Jimsplast S.L. El termini de pagament s'acordarà entre ambdues parts.

4. Validesa

El present pressupost serà vigent fins al Juny del 2019.

5. Import

El cost unitari és de 35 hores per treball.

| Concepte | Preu/h | Hores | Total |
|----------------------------------------------------------------|--------|------------|--------------------|
| Estudi de les condicions prèvies de l'empresa | 35 | 35 | 1.225,00 € |
| Reunió amb diversos directius de l'empresa | 35 | 25 | 875,00 € |
| Recull d'informació necessària per a l'elaboració del projecte | 35 | 80 | 2.800,00 € |
| Elaboració dels càlculs necessaris | 35 | 25 | 875,00 € |
| Elaboració dels documents a lliurar | 35 | 125 | 4.375,00 € |
| Assesorament | 35 | 25 | 875,00 € |
| Formació dels caps de l'empresa | 35 | 20 | 700,00 € |
| TOTAL | | 335 | 11.725,00 € |

L'import per a la realització del projecte d'estudi de l'aplicabilitat del *Lean manufacturing* en una empresa del sector de l'automoció, que ha tingut una dedicació total de 335 hores, és de 11.725,00 € (onze mil set-cents vint-i-cinc).



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Politècnica Superior d'Enginyeria
de Manresa



ESTUDI DE L'APLICABILITAT D'EINES *LEAN MANUFACTURING* EN UNA EMPRESA DE COMPONENTS D'AUTOMOCIÓ

Annexos

Treball realitzat per: Júlia Dols de la Portilla

Dirigit per: Jordi Fortuny Santos

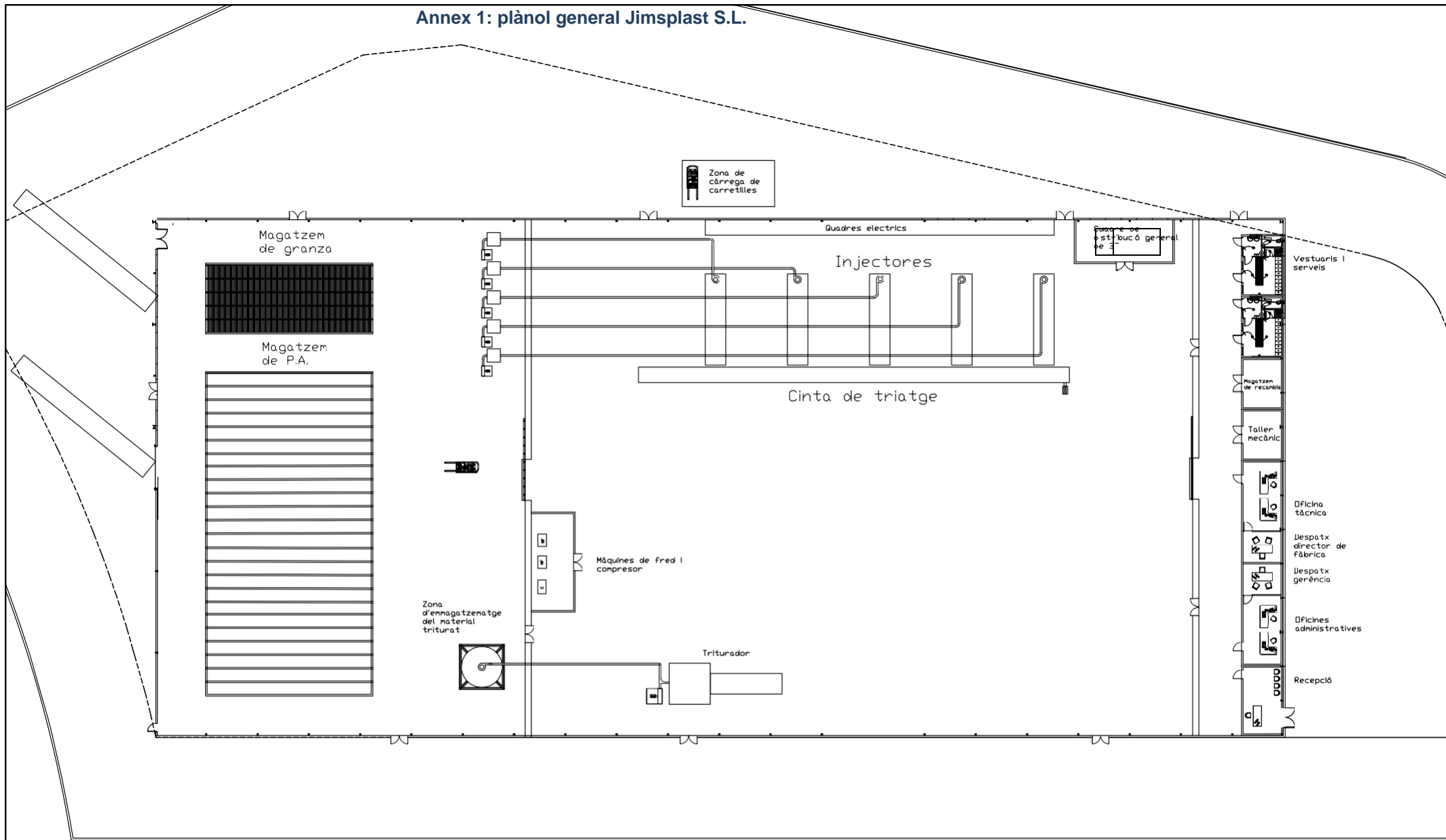
Grau en Enginyeria Química

Juny 2018

ÍNDEX

| | |
|--------------------------------------------|---|
| Annex 1: plànol general Jimsplast S.L..... | 2 |
| Annex 2: fitxa de seguretat de l'ABS..... | 3 |

Annex 1: plànol general Jimsplast S.L.



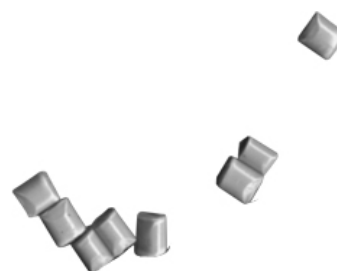
| | | |
|-----------------|---------------------------|----------------------------|
| ESCALA 1:250 | PROJECTE JIMSPLAST | REDUÏT PER I. Galera |
| | TITULAR JIMSPLAST S.L. | REVISAT PER S. Muntadas |
| | PLANEL Planta general | DATA 16 gener 2018 |
| | NUMERO DE PLANEL 1 | REVISIO Nº FULL |

| | |
|------------------------------------|----------------------------------------|
| FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD | REF.1004 |
| MATERIAL PLÁSTICO | ABS - Acrilonitrilo-butadieno-estireno |
| PLÁSTICOS ALSER, S.L. | 2006 |
| GERENCIA | Leandro Alonso |
| Dto. Producto | Cesar Alonso |
| Dto. Calidad | José Miguel Llamas |

ÍNDICE

- 1 IDENTIFICACION DE LA SUSTANCIA / PREPARADO Y DE LA COMPAÑIA
- 2 COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES
- 3 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS
- 4 MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS
- 5 MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS
- 6 MEDIDAS A TOMAR EN CASOS DE DERRAME ACCIDENTAL
- 7 MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO
- 8 CONTROL DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL
- 9 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS (TÍPICAS)
- 10 ESTABILIDAD /REACTIVIDAD
- 11 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA
- 12 INFORMACIÓN ECOLÓGICA
- 13 CONSIDERACIONES PARA LA ELIMINACIÓN
- 14 INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE
- 15 INFORMACIÓN REGLAMENTARIA
16. OTRAS INFORMACIONES

Foto ABS, GRANOS.



GUÍA DE FICHAS SEGURIDAD ALSER

- REF.1001 POLIETILENO
- REF.1002 POLIPROPILENO
- REF.1003 POLIESTIRENO
- REF.1004 ABS
- REF.1005 POLICARBONATO
- REF.1006.1 POLIAMIDA 6
- REF.1006.2 POLIAMIDA 6 CON FIBRA
- REF.1006.3 POLIAMIDA 6.6
- REF.1006.4 POLIAMIDA 6.6 CON FIBRA
- REF.1007 PBT

Registro de calidad 01/01 2006

1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O PREPARADO Y DE LA SOCIEDAD O EMPRESA

| | |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre | Acrilonitrilo-butadieno-estireno |
| Fórmula | $(C_8H_8 \cdot C_4H_6 \cdot C_3H_3N)_x$ |
| Tipo | Estirénico |
| Proveedor | PASTICOS ALSER S.L. Ctra. de Iza s/n. Polig. Indst. del Soto 31170 - Iza - Navarra – España Tfn: (+34) 948 35 06 29 |
| Número CAS | 9003-56-9 |

2. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Descripción Química
- Copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno

| | |
|------------------------|----------------------------------|
| Nombre de la sustancia | Acrilonitrilo-butadieno-estireno |
| Nombre común | ABS |
| Sinónimo | ABS |

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Peligro de quemaduras al manipular el producto caliente.

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Tras inhalación:

- Tras inhalación de productos de descomposición, respirar aire fresco, reposo, buscar ayuda médica.

Tras contacto con la piel:

- Tras contacto con material fluidificado debe refrescarse inmediatamente la zona con agua fría.
- Quemaduras producidas con material fluidificado deben ser tratadas clínicamente.

Tras contacto con los ojos:

- En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos.
- En caso de irritación, consultar al médico.

Tras ingestión:

- Lavar la boca y beber posteriormente abundante agua. En caso de malestar : Buscar ayuda médica.

Indicaciones para el médico:

- Tratamiento: Tratamiento sintomático (descontaminación, funciones vitales), no es conocido ningún antídoto específico.

Registro de calidad 01/01 2006

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción adecuados:

- Agua, medios de extinción en seco, dióxido de carbono, espuma

Riesgos especiales:

- Dióxido de carbono, monóxido de carbono, ácido cianhídrico En caso de incendio las sustancias/grupos de sustancias citadas pueden desprenderse.

Vestimenta de protección especial:

- Protéjase con un equipo respiratorio autónomo.

Información adicional:

- Eliminar los restos del incendio y el agua de extinción contaminada respetando las legislaciones locales vigentes.

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Medidas de protección para las personas:

- Evitar la inhalación. Mantener alejado de fuentes de ignición.

Método para la limpieza/recogida:

- Utilícese equipo mecánico de manipulación. Evitar la formación de polvo. Procurar una ventilación apropiada.

Indicaciones adicionales:

- En caso de derrame de producto, peligro extremo de resbalones.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación

- Procurar una buena ventilación/absorción en las máquinas elaboradoras.

Protección contra incendio/explosión:

- Evite la formación de polvo. En presencia de aire el polvo puede formar una mezcla explosiva.
- Disponer de aspiración. En caso de desmenuzar (moler) hay que observar las reglamentaciones sobre riesgos de explosión por formación de nube de polvo.

Almacenamiento

- Otras especificaciones sobre condiciones almacenamiento: Proteger de la humedad. Evitar calor excesivo. Evitar todas las fuentes de ignición: calor, chispas, llama abierta.

Registro de calidad 01/01 2006

8. Controles de la exposición / Protección personal

Componentes con valores límites controlables en el lugar de trabajo. En caso de medidas técnicas de ventilación adecuadas se puede asegurar un valor por debajo del límite.

- 100-42-5: estireno
Valor TWA 86 mg/m³ ; 20 ppm (LEP (España))
Valor STEL 172 mg/m³ ; 40 ppm (LEP (España))

- 107-13-1: acrilonitrilo
Valor TWA 4,4 mg/m³ ; 2 ppm (LEP (España))
Efecto sobre la piel (LEP (España))
La sustancia puede ser absorbida por la piel.

- 106-99-0: butadieno
valor TWA 4,5 mg/m³ ; 2 ppm (LEP (España))

Equipo de protección personal

- Protección de las vías respiratorias:
Protección de las vías respiratorias en caso de formación de polvo. Filtro de partículas tipo P1 ó FFP1 (poca eficacia para partículas sólidas, p.ej. EN 143, 149).

- Protección de las manos:
Durante la manipulación de masa fundida caliente utilizar adicionalmente guantes de protección contra el calor (EN 407) p.ej. de tela o cuero.

- Protección de los ojos:
Gafas protectoras con cubiertas laterales (gafas con soporte) (EN 166)

- Protección corporal:
Seleccionar el equipo de protección corporal en función de la actividad y del tipo de exposición, p.ej. delantal, botas de protección, traje de protección contra productos químicos (según DIN-EN 465)

- Medidas generales de protección y de higiene:
Evitar el contacto del producto fundido con la piel. Evite la inhalación de polvos/neblinas/vapores. Los lavaojos de seguridad deben ser fáciles de acceder
Manipular de acuerdo con las normas de seguridad para productos químicos.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

| | |
|-------------------------------|---------------------------------------------------|
| Estado físico: | granulado |
| Color: | variado, según la coloración |
| Olor: | ligero olor propio |
| Temperatura de ablandamiento: | > 90 °C (DIN/EN/ISO 306) |
| Temperatura de ignición: | > 400 °C (DIN 51794) |
| Propiedades comburentes: | no es comburente |
| Densidad: aprox. | 1,07 g/cm ³ (20 °C, 1 bar) (DIN 53479) |
| Peso específico: aprox. | 600 kg/m ³ (20 °C) (DIN 53466) |
| Solubilidad en agua: | insoluble |

Registro de calidad 01/01 2006

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Condiciones a evitar:

- Evitar calor excesivo. Evitar todas las fuentes de ignición: calor, chispas, llama abierta.

Descomposición térmica:

- Aprox. 300 °C
- Para evitar descomposición térmica, no recalentar.

Sustancias a evitar:

- Fuertes agentes oxidantes

Reacciones peligrosas:

- El producto es químicamente estable

Productos peligrosos de descomposición:

- Ácido cianhídrico
- Monómeros, hidrocarburos, gases / vapores, oligómeros cíclicos de bajo peso molecular, óxidos.
- Tras fuerte sobrecalentamiento del material pueden desprenderse productos de descomposición en forma de gas.

11. INFORMACIONES TOXICOLÓGICAS

Indicaciones adicionales:

- Durante una manipulación correcta y una utilización adecuada del producto, no se producen efectos nocivos según nuestras experiencias e informaciones.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Persistencia y degradabilidad

- Valoración: No hay datos disponibles sobre la degradación biológica y la eliminabilidad.

Potencial de bioacumulación

- Por la consistencia y por la insolubilidad del producto en agua no es posible una biodisponibilidad.

Indicaciones adicionales

- Más informaciones ecotoxicológicas: No se puede disponer de datos debido a su insolubilidad en agua.

13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

El producto es idóneo para el reciclado material. Después de la recuperación correspondiente puede fundirse de nuevo y transformarse en piezas moldeadas. El requisito para el reciclado material es la recogida y la reutilización de materiales estrictamente del mismo tipo.

Puede llevarse sólo a instalaciones adecuadas de incineración con reducida emisión de contaminantes de la atmósfera, teniendo presentes las normativas oficiales locales.

Puede depositarse conjuntamente con la basura doméstica teniendo presentes las normativas oficiales locales.

Envase contaminado: Embalajes no contaminados pueden reciclarse.

Registro de calidad 01/01 2006

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

Mercancía no peligrosa según los criterios de la reglamentación del transporte (ADR RID ADN R MDG/GGVSee OACI/IATA)

15. REGLAMENTACIONES

Reglamentaciones de la Unión Europea (Etiquetado) / Reglamentaciones nacionales
- El producto no ha de ser etiquetado según el anexo de la Directiva de la CE.

16. OTRAS INFORMACIONES

Adicionalmente a la información dada en la Hoja de Datos de Seguridad nos remitimos a las 'Informaciones Técnicas' específicas al producto.

Los datos contenidos en esta hoja de seguridad se basan en nuestros conocimientos y experiencia actuales y describen el producto considerando los requerimientos de seguridad. Los datos no describen en ningún caso las propiedades del producto (especificación de producto). La garantía en relación a ciertas propiedades o a la adecuación del producto para una aplicación específica no pueden deducirse a partir de los datos de la Hoja de Seguridad. Es responsabilidad del receptor de nuestros productos asegurar que se observen los derechos de propiedad y las leyes y reglamentaciones existentes.