



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

**IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA
MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA FARMACÉUTICA BIÓLOGA**

PRESENTA

MARISOL DÍAZ LÓPEZ



MÉXICO, D.F.

2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesor: AGUILAR CONTRERAS LILIANA
VOCAL: Profesor: CAMPOS GONZALEZ TANIA
SECRETARIO: Profesor: GOMEZ SANCHEZ MARIA EUGENIA IVETTE
1er. SUPLENTE: Profesor: AVILA VILLAGRAN ANGEL
2° SUPLENTE: Profesor: FLORES OTERO SUSANA PRUDENCIA

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

Boehringer Ingelheim Promeco, Business Process Excellence (BPE).

ASESOR DEL TEMA:

M en C. MARIA EUGENIA IVETTE GOMEZ SANCHEZ

SUPERVISOR TÉCNICO:

M en C. LIZBETH C. RUEDA BLANCO

SUSTENTANTE (S):

MARISOL DIAZ LOPEZ

INDICE

Listado de figuras	4
Listado de gráficos	7
Listado de tablas	6
Abreviaturas y definiciones	10
Resumen.....	12
Introducción	13
Planteamiento del problema	13
Justificación.....	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos	15
Hipotesis.....	15
1. Marco teórico	16
1.1 Modelos organizativos de la producción.....	16
1.2 Productividad y estrategia	18
1.3 Principios generales de la calidad.....	19
1.4 “Lean Manufacturing”	25
1.4.1 antecedentes “ <i>Lean Manufacturing</i> ”	25
1.4.2 Principios básicos de “ <i>Lean Manufacturing</i> ”	26
1.4.3 Pilares de “ <i>Lean manufacturig</i> ”	27
1.4.4 Herramientas utilizadas en “ <i>Lean Manufacturing</i> ”.....	33
1.4.5 Los siete desperdicios	39
1.4.6 Beneficios de “ <i>Lean Manufacturing</i> ”	44
1.5 Entorno social y cultural	45
1.5.1 Características del entorno social y cultural	45
1.5.2 <i>Hoshin</i>	47
2. Procedimiento	48

3. Resultados	60
3.1 Programa piloto.....	62
3.2 Implementación lean en acondicionamiento solidos orales	65
3.3 Paros no programados	73
4. Análisis de resultados	74
5. Conclusiones	77
Bibliografía	78

LISTADO DE FIGURAS

<i>Figura 1. Principales características de los modelos organizativos de la producción integrados y reticulares. Adoptado de Los modelos organizativos de la producción reticular e integrado en la empresa industrial española: rasgos definitivos y desempeño, por Villar L. & Camisón Z., 2009, Universia Business Review, p. 89.</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2. Componentes de la Productividad. Adoptado de Calidad total y productividad, por Gutiérrez P.H., 2010, México. Mc Graw Hill.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 3. Ciclo Deming P-H-V-A. Administración y control de la calidad, (p.603), por William M., 2005, México, PM Impresores.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 4. Reacción en cadena de Deming. Adaptado de Administración y control de la calidad, (p.94), por William M., 2005, México, PM Impresores.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 5. Diagrama de proceso Lean Manufacturing. Adaptado de Lean Manufacturing como un sistema de trabajo en la industria manufacturera: Un estudio de caso, (p. 15) por Reséndiz O.E., 2009, México, Universidad Nacional Autónoma de México.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 6. Representación de Innovación y Mejora Continua. (Rajadell & Sánchez , 2010)</i>	<i>29</i>
<i>Figura 7. Ejemplo de Fabricación en Contra Pedido y en Contra Stock (Rajadell & Sánchez , 2010).</i>	<i>32</i>
<i>Figura 8. Sistema de producción pull (Rajadell & Sánchez , 2010).</i>	<i>33</i>
<i>Figura 9. Visión Value Stream Mapping (VSM). (Rajadell & Sánchez , 2010).</i>	<i>38</i>
<i>Figura 10. Optimización de proceso de acondicionamiento (Rajadell & Sánchez , 2010).</i>	<i>40</i>
<i>Figura 11. Mejora del método de trabajo para evitar el desperdicio en sobreprocesamiento (mediante automatización) (Cuatrecasas, 2010).</i>	<i>41</i>
<i>Figura 12. El nivel de stocks cubre las ineficiencias de los procesos, como el agua los obstáculos para la navegación (Cuatrecasas, 2010).</i>	<i>42</i>
<i>Figura 13. Los siete tipos de desperdicios, en una planta productiva convencional (Cuatrecasas, 2010).</i>	<i>44</i>
<i>Figura 14. Círculo de la Productividad (Control Visual) (Rueda, 2014).</i>	<i>49</i>
<i>Figura 15. Tablero piloto para líneas 1 y 3 de acondicionamiento sólidos orales, elaboración propia.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 16. Lista de asistencia y seguimiento de JITs, elaboración propia.</i>	<i>52</i>
<i>Figura 17. Tablero de Juntas de Inicio de Turno (JIT) para área de Acondicionamiento, elaboración propia.</i>	<i>54</i>
<i>Figura 18. Sección de actividades, elaboración propia.</i>	<i>55</i>
<i>Figura 19. Sección de Métricas.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 20. Modelo de “Sistema de Trabajo Lean”, elaboración propia.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 21. Diagrama Causa-Efecto, factores que generan baja productividad.</i>	<i>73</i>

LISTADO DE TABLAS

<i>Tabla 1. Trilogía de la Calidad. Adaptado de Administración y control de la calidad, (pp. 106-108), por William M., 2005, México, PM Impresores.</i>	22
<i>Tabla 2. Personajes de la calidad con filosofías encaminadas a la mejora continua.</i>	24
<i>Tabla 3. Comparación de características entre avances de mejora continua e innovación (Kaizen y Kairyo). Adaptado de Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad, por Rajadell M., Sánchez L., 2010, Madrid, Díaz de santos.</i>	30
<i>Tabla 4. Niveles de desempeño en Sigma. Adaptado de Aplicación de la metodología seis sigma y Lean Manufacturing para la reducción de costos, en la producción de jeringas hipodérmicas desechables, por Rajadell M., Sánchez L., 2007, México, Instituto Politécnico Nacional.</i>	35
<i>Tabla 5. Características necesarias para Junta de Inicio de Turno</i>	53
<i>Tabla 6. Características de las Juntas de Inicio de Turno (JITs), elaboración propia.</i>	57
<i>Tabla 7. Características del Recorrido Diario (Gemba Walk), elaboración propia.</i>	58
<i>Tabla 8. Características de Reuniones Semanales de Producción, elaboración propia.</i>	58

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 1. %OP Enero 2014.	61
Gráfico 2. %OEE Enero 2014. Nota Línea 2 y 5 no se presentan por cambio de máquina.	61
Gráfico 3. %OP Febrero y Marzo en Programa piloto.	62
Gráfico 4. %OEE Febrero y Marzo en programa piloto.	63
Gráfico 5. Cumplimiento de JITs en programa piloto.	63
Gráfico 6. Diagrama de Pareto de causa de paros no programados en línea 1 durante el programa piloto para la implementación Lean.	64
Gráfico 7. Diagrama de Pareto de causa de paros no programados en línea 3 durante el programa piloto para la implementación Lean.	65
Gráfico 8. %OP de Abril a Junio 2014.	66
Gráfico 9. %OEE de Abril a Junio 2014. . Nota Línea 2 y 5 no se presentan por cambio de máquina.	67
Gráfico 10 Cumplimiento de JITs en el periodo de implementación (Abril-Junio 2014).	67
Gráfico 11. Diagrama de Pareto de causas de paros no programados Línea 0 durante el mes de Mayo 2014. ...	68
Gráfico 12. Diagrama de Pareto de causas de paros no programados Línea 1 durante el mes de Junio 2014. ...	69
Gráfico 13. Diagrama de Pareto de causas de paros no programados Línea 3 durante el mes de Mayo 2014. ...	69
Gráfico 14. Diagrama de Pareto de causas de paros no programados Línea 5 durante Mayo-Junio 2014.	70
Gráfico 15. %OP de Julio a Agosto 2014.	70
Gráfico 16. %OEE de Julio a Agosto 2014. . Nota Línea 2 y 5 no se presentan por cambio de máquina.	71
Gráfico 17. Cumplimiento de JIT's en periodo de seguimiento (Julio-Agosto 2014).	71
Gráfico 18. Diagrama de Pareto de causas de paros no programados Línea 3 durante Julio-Agosto 2014.	72
Gráfico 19. Diagrama de Pareto de causas de paros no programados Línea 5 durante Julio-Agosto 2014.	72

ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

Ciclo PHVA o PDCA Ciclo Deming: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.

DMACI Metodología básica de Six Sigma, por sus siglas en inglés que significan: Definir (Define), Medir (Measure), Analizar (Analyze), Mejorar (Improve), Controlar (Control).

FODA Análisis para definir estrategias con base a fortalezas (F), oportunidades (O), debilidades (D) y amenazas (A).

Gemba Walk Práctica utilizada en la filosofía de Kaizen que permite observar la realidad que está sucediendo en el área de trabajo con el fin de mejorarla.

IQF Industria Químico Farmacéutica.

ITT De sus siglas en inglés International Telephone and Telegraph Corp.

JIT's Juntas de Inicio de Turno.

JIT De sus siglas del inglés Just in Time - Justo a tiempo.

Kanban Sistema de control de la producción tipo pull basado en tarjetas. (Cuatrecasas Arbós , 2012)

Kaizen Filosofía japonesa basada en la mejora continua mediante pequeños pasos. (Carril Obiols, 2011)

Keiretsu Terminó japonés que describe a los proveedores que se convierten en parte de la coalición de una compañía.

Layout Palabra del inglés que puede interpretarse como disposición o distribución en planta que consiste en el orden físico de los factores y elementos industriales que participan en un proceso productivo. (De la Fuente Garcia & Fernández Quesada, 2005)

Marugakae Concepto japonés que refiere a la congruencia que existe entre los objetivos de una compañía y los objetivos individuales de sus empleados dentro de la empresa. (Alkhafaji, 1994)

Nemawashi Terminó coloquial japonés, usado en sentido figurado para describirlo la toma de decisión dentro de un proceso de

manera colectiva que considera a fondo todas las opciones antes de tomar una decisión final, en un esfuerzo por asegurar que la solución se puede implementar rápidamente y sin problemas. (Hollister, 2013)

%OP De sus siglas en Ingles - Overall Productivity - Indicador de productividad global.

%OEE De sus siglas en inglés - Overall Equipment Effectiveness - Indicador de eficiencia global del equipo.

Diagrama de Pareto de causa Representación gráfica que muestra las posibles causas de algún fenómeno, para analizar cuáles de ellas son las más relevantes. (Serral Belenger & Bugueño Bugueño, 2004)

Sistema de producción pull Sistema de producción que trabaja de forma descentralizada. El inventario realiza un efecto de arrastre (pull), en función de las necesidades de los clientes. (Cuatrecasas Arbós , 2012)

Sistema de producción push Sistema de producción que trabaja de forma centralizada, obligando a que se cumplan los programas de producción que han sido calculados por adelantado. El inventario realiza un efecto de empuje (push). (Cuatrecasas Arbós, 2012)

SMED De sus siglas en ingles Single Minute Exchange of Dies (Método de cambios rápidos de formato).

SPC De sus siglas en inglés Statistical Process Control (Control Estadístico de Procesos).

Takt time Medición que relaciona la demanda de los clientes con la disponibilidad de tiempo productivo. (Suñe Torrents , Gil, & Arcusa Postils , 2010)

TQM De sus siglas del inglés Total Quality Managment - Gestión de Calidad Total.

TPM De sus siglas en inglés Total Productive Maintenance - Mantenimiento productivo total.

VSM De sus siglas del inglés Value Stream Mapping - Mapa de la cadena o corriente de valor

RESUMEN

La Industria Química Farmacéutica (IQF), al ser un sector dedicado a la producción de insumos para la salud se encuentra regida por diferentes normas oficiales, de las cuales destaca la NOM-059-SSA1-2013 de Buenas prácticas de fabricación de medicamentos, donde se indica que la organización debe contar con un Sistema de Gestión de Calidad, definido como: la manera en que una organización dirige y controla las actividades asociadas con la calidad, por ello, un sistema de administración adoptado por las Industrias Farmacéuticas es la Gestión de Calidad Total, la cual se caracteriza por una mejora continua en todos los niveles operativos, utilizando todos los recursos humanos y de capital disponible. Una estrategia para alcanzar los objetivos de este sistema, es la filosofía de **Lean Manufacturing**, la cual persigue mejorar el sistema de fabricación mediante la eliminación de los desperdicios, entendiendo como desperdicio, a todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. Se busca entonces generar una cultura *Lean* (esbelta), donde la comunicación y creación de círculos de calidad logren añadir valor a los procesos realizados.

El presente trabajo describe la implementación de algunas herramientas y técnicas de la metodología de **Lean Manufacturing**, con el objetivo de generar un flujo de comunicación continuo ente el personal involucrado en los procesos de acondicionamiento de sólidos orales trayendo como resultado la optimización de los mismos, hecho que se evaluó y confirmó mediante indicadores de productividad.

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las relaciones humanas son indispensables para la convivencia, el desarrollo y el crecimiento como individuo e integrante de una sociedad, para que éstas se logren con éxito se requiere de comunicación, aspecto necesario para la interrelación y el entendimiento. Dentro de una organización este elemento es fundamental para el cumplimiento de objetivos, dirigidos hacia un beneficio individual, colectivo y por ende empresarial, por ello se requiere buscar mecanismos y técnicas para eliminar las barreras de comunicación.

Por normativa en la IQF, la capacitación y calificación del personal, es un requisito indispensable, pues es necesario que los colaboradores conozcan las condiciones mínimas indispensables para desarrollar sus actividades, pero esto no debe contraponerse con el hecho de que los empleados deban conocer los objetivos, estrategias y planes dentro de la organización. En muchas IQF's esta información no se comparte hasta los últimos niveles; estas carencias pueden ser debidas a la falta de comunicación entre las áreas o equipos de trabajo (Jefe-Colaborador, Colaborador – Colaborador), dichas barreras de comunicación pueden tener un gran impacto en la seguridad, ambiente laboral, productividad y toma de decisiones.

Las implicaciones que conlleva la comunicación, son extremadamente importantes para una empresa, por lo cual se busca generar lazos de comunicación y derrumbar aquellas barreras que mermen la eficiencia, seguridad y el ambiente laboral.

La implementación de estrategias de comunicación permite el intercambio de ideas y experiencias, asignación y delegación de actividades, fijar objetivos y planear formas para lograr el cumplimiento de los mismos, todo esto da oportunidad de garantizar el acatamiento de los requisitos del cliente y por ende incrementar la competitividad y productividad.

Por otro lado, los sistemas de gestión de calidad basados en la norma ISO 9001 - Sistemas de Gestión de la Calidad - se enfocan en la relación Calidad-Productividad. Dentro de éste

marco internacional se establece que los procesos de comunicación deben ser los apropiados, efectuados considerando la eficacia del sistema y que la alta gerencia debe asegurarse que se cuenta con dicho punto medular.

Dentro de la IQF es imposible basarse en un solo sistema de gestión de calidad, debido a que las necesidades y exigencias de los clientes van cambiando, por lo que se requiere utilizar diversas herramientas y enfoques de los sistemas que hoy en día se encuentran descritos, uno de ellos es **Lean Manufacturing**, cuyo objetivo es incrementar la productividad minimizando el uso de recursos de una empresa (menos esfuerzo humano, inventario suficiente de materiales y optimización de los espacios). Esta metodología se ha empezado a utilizar en México por algunas empresas farmacéuticas como alternativa para mejorar su productividad.

JUSTIFICACIÓN

La implementación de algunas herramientas y técnicas de **Lean Manufacturing** servirán para la generación de círculos de comunicación que aporten valor en los procesos de fabricación y mejoras de manera continua, actividades que se evalúan mediante indicadores de desempeño de la productividad.

El resultado de este trabajo, podrá ser utilizado en otras áreas dentro de la organización y en otras empresas que deseen mejorar sus procesos de comunicación a través de la implementación de herramientas de la metodología de **Lean Manufacturing** en sus procesos.

OBJETIVO GENERAL

Implementar algunas herramientas y técnicas de la metodología **Lean Manufacturing** a través de concretar reuniones diarias en áreas de acondicionamiento sólidos orales, revisar paros no programados y evaluar indicadores de desempeño de productividad para que generen un flujo de comunicación continuo entre colaboradores y líderes de las áreas de acondicionamiento de sólidos orales, para lograr identificar desperdicios, realizar propuestas de mejora continua y de esta manera optimar la productividad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Integrar a colaboradores y líderes del área de acondicionamiento sólidos orales mediante la recopilación de propuestas para la definición y elaboración de ayudas visuales, a través del programa piloto para su posterior implementación en el flujo de comunicación llamado: Juntas de Inicio de Turno (JIT's) en planta de producción de Solidos Orales.
- Capacitar a colaboradores sobre JIT's haciendo uso de una presentación que indique las características generales de las JIT's para unificar el desarrollo de las mismas.
- Implementar y dar seguimiento a las JIT's mediante la práctica de la herramienta Gemba Walk, análisis de indicadores de productividad y paros no programados en el área de acondicionamiento sólidos (6 líneas) para asegurar la generación de círculos de calidad y la optimización de procesos.

HIPÓTESIS

La implementación del proyecto de Juntas de Inicio de Turno (herramientas de **Lean Manufacturing**) en el área de acondicionamiento de sólidos orales favorecerá la creación de flujos de comunicación continua que apoyará a mejorar la productividad.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 MODELOS ORGANIZATIVOS DE LA PRODUCCIÓN

El modelo organizativo de producción en red o reticular, también denominado como modelo Japonés o keiretsu, organizaciones modulares, modelo toyotista o modelo de producción flexible, describe una forma de organizar la producción donde la jerarquía integrada es suplantada por redes de organización unidas por acuerdos de colaboración.

El modelo organizativo de la producción vertical o integrado es aquel en el que las empresas participan en más de una etapa sucesiva de la cadena de producción e implica la decisión de la empresa individual de organizar intercambios dentro de su organización o en el mercado. Este modelo tiene dos objetivos: la producción de bienes estandarizados y la eliminación de todas las fuentes que puedan conllevar costos adicionales. En la Figura 1 se muestran las principales características de ambos modelos organizativos de la producción expresando las diferencias que definen un modelo flexible (reticular) contra un modelo en masa (vertical) (Villar López & Camisón Zornoza, 2009).

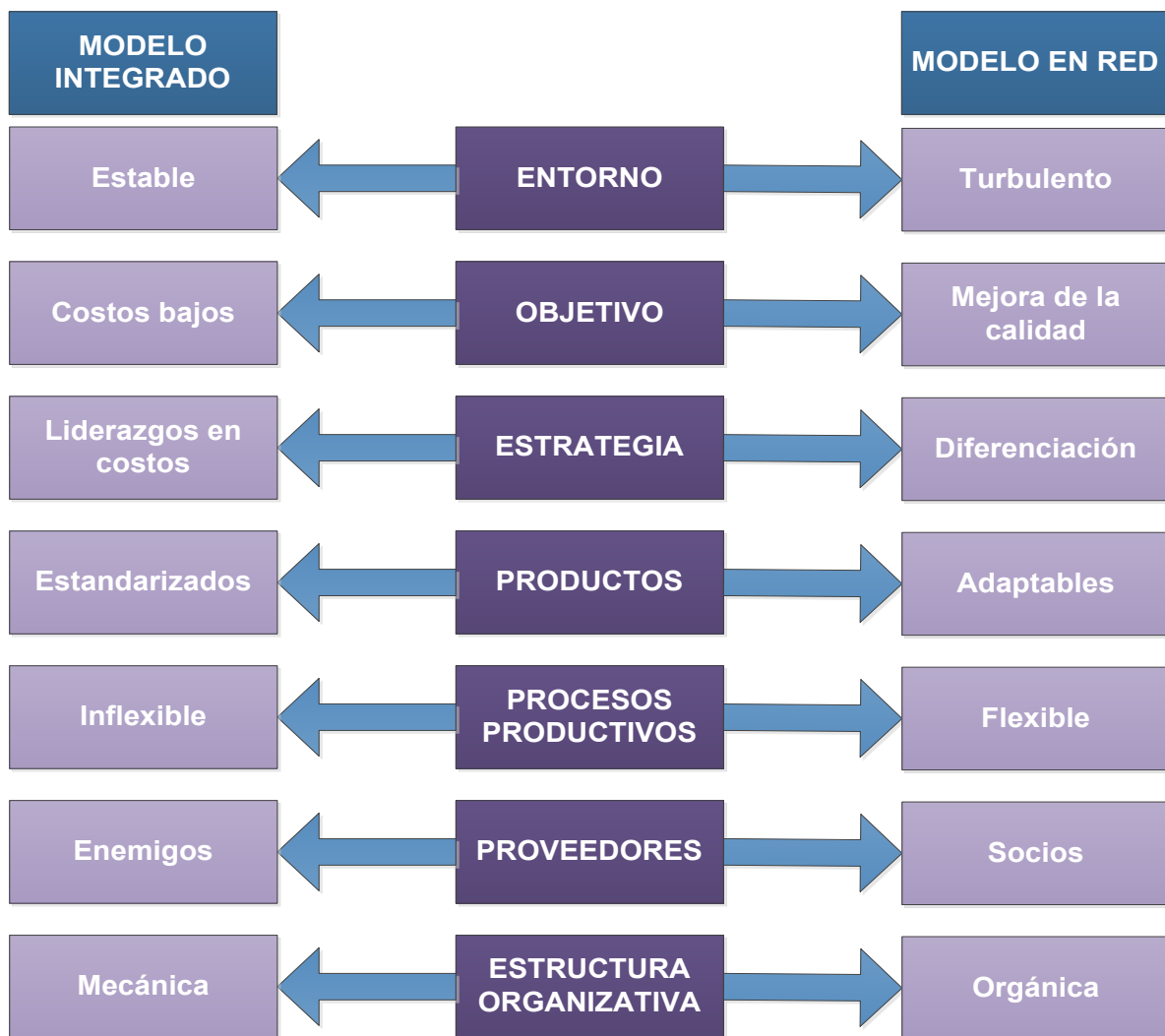


Figura 1. Principales características de los modelos organizativos de la producción integrados y reticulares. Adoptado de *Los modelos organizativos de la producción reticular e integrado en la empresa industrial española: rasgos definitivos y desempeño*, por Villar L. & Camisón Z., 2009, *Universia Business Review*, p. 89.

1.2 PRODUCTIVIDAD Y ESTRATEGÍA

La productividad se encuentra fuertemente ligada con la eficiencia y eficacia, la primera busca optimizar los recursos y procura que no haya desperdicios de los mismos, mientras que la segunda implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (Olavarrieta de la Torre , 1999).

Teniendo por entendido que las estrategias son declaraciones generales que establecen la dirección que la organización debe tomar para hacer realidad su misión y visión, la generación de las mismas además de atacar la falta de eficiencia tiene como objetivo mejorar la productividad que conlleva al incremento de la competitividad de las empresas (Chapman N., 2006).

En la concepción general, la productividad es una medida de la eficiencia económica que resulta de la relación entre los recursos utilizados y la cantidad de productos o servicios elaborados, como se observa en la Figura 2 (Gutiérrez Pulido, 2010).

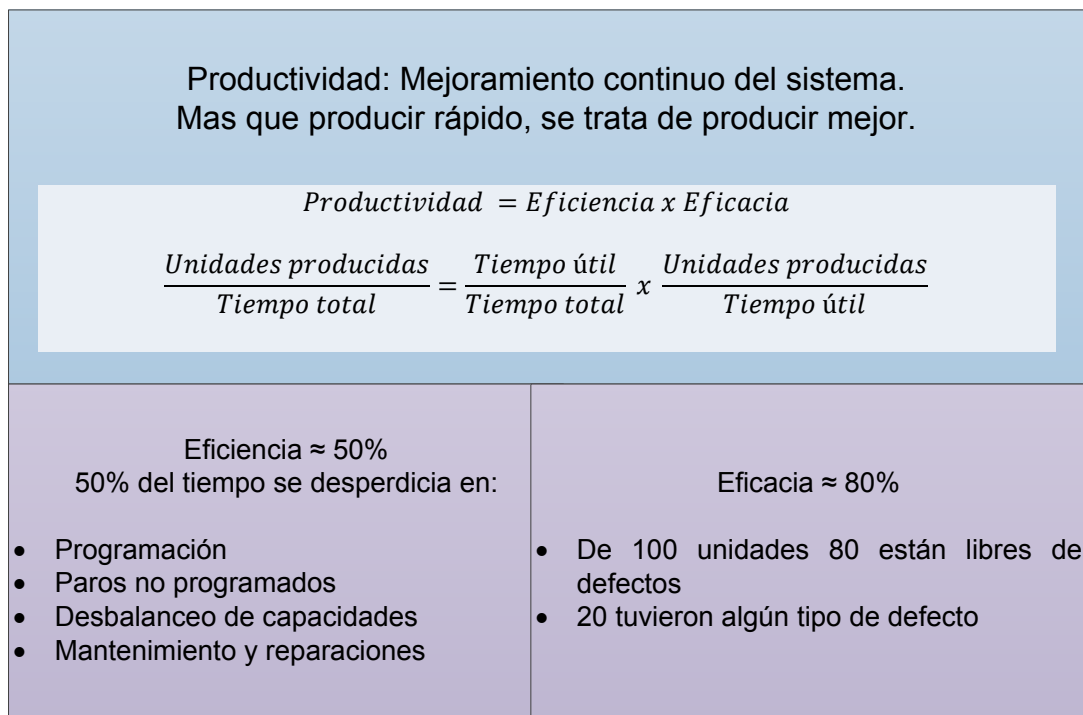


Figura 2. Componentes de la Productividad. Adoptado de *Calidad total y productividad*, por Gutiérrez P.H., 2010, México. Mc Graw Hill.

Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc.

Dentro de la productividad la falta de eficiencia puede generar la disminución de la misma. Existen factores externos e internos que generan dicha reducción, los factores externos son aquellos que la empresa no puede controlar por lo que sus estrategias afrontan amenazas y aprovechan oportunidades (análisis FODA) y los factores internos son aquellos que la empresa puede controlar por ello sus estrategias se basan en la mejora continua.

1.3 PRINCIPIOS GENERALES DE LA CALIDAD

La producción ha de dar lugar a productos bien hechos, que se ajusten a los requerimientos del consumidor y esto exige calidad; término que puede definirse como el conjunto de características que posee un producto o servicio en un sistema productivo, así como la capacidad de satisfacción de los requerimientos del usuario (Cuatrecasas Arbós, Gestión de la calidad total: Organización de la producción y dirección de operaciones, 2012).

El concepto de calidad ha ido cambiando a lo largo de los años, ampliando objetivos y variando de orientación. La calidad ha evolucionado desde un control o inspección (rechazo de los productos defectuosos) hasta llegar a convertirse en uno de los pilares de la estrategia global de una empresa. La calidad afecta a todos los departamentos de la empresa, involucrando a todo el recurso humano y liderado por la alta dirección por lo que, la calidad se aplica desde la planificación y diseño de productos hasta el servicio al cliente, dando lugar a una nueva filosofía de la forma de gestionar una empresa; con ello, la calidad deja de representar un costo y se convierte en una característica que permite la reducción de éstos y el aumento de beneficios.

La evolución de la calidad ha estado impulsada por grandes personajes (gurús) con importantes desarrollos de sistemas de gestión, herramientas y técnicas. Algunos de ellos se mencionan a continuación (Castillo, 2008):

- *Walter A. Shewhart (1915-1967)*: A lo largo de su vida, se concentró en la creación de métodos estadísticos para controlar y mejorar la calidad de los procesos necesarios para producir bienes y servicios. Durante su trabajo en *Bell Telephone Company* fue el primero en promover el uso de estadística para identificar, supervisar y a la larga eliminar las fuentes de variación encontradas en los procesos repetitivos. (Summers, 2006)
- *Edwards Deming (1900-1993)*: El *Dr. Deming* dio a conocer el método de mejora continua para la calidad, en la Figura 3 se presenta el ciclo de Deming que establece 4 puntos esenciales para lograr la mejora continua.



Figura 3. Ciclo Deming P-H-V-A. *Administración y control de la calidad*, (p.603), por William M., 2005, México, PM Impresores.

En la Figura 4 se muestra la reacción en cadena de Deming que de acuerdo a la filosofía y al ciclo de Deming (William & James, 2005), se pueden lograr mejoras en el desempeño global de una organización, logrando una Gestión de Calidad Total, esto implica la generación de un sistema competitivo con la búsqueda continua de mejora en sus procesos y productos que satisfagan a sus clientes internos y externos.

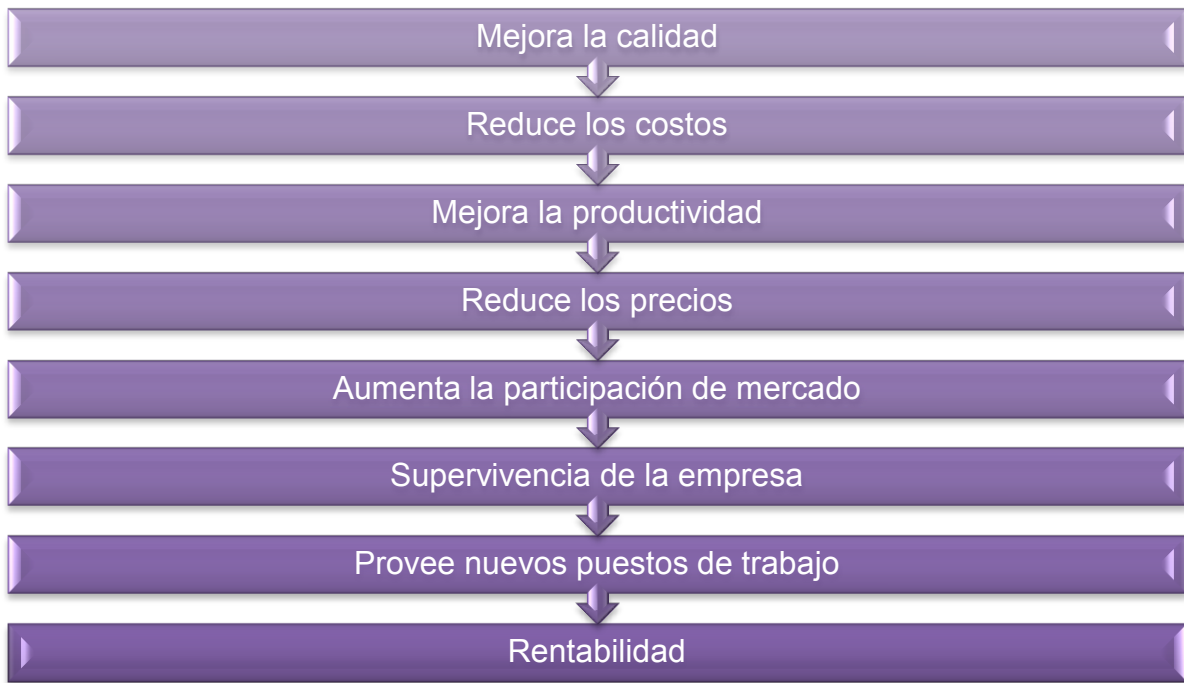


Figura 4. Reacción en cadena de Deming. Adaptado de Administración y control de la calidad, (p.94), por William M., 2005, México, PM Impresores.

- *Joseph M. Juran*: Contemporáneo de *Deming*, es conocido por el desarrollo de la trilogía de la calidad: Planificación, Control y Mejora de la calidad. Actualmente el énfasis de su filosofía es la administración de la calidad. En la Tabla 1 se muestran las características que fundamentan dicha trilogía. (William & James, 2005)

Tabla 1. Trilogía de la Calidad. Adaptado de Administración y control de la calidad, (pp. 106-108), por William M., 2005, México, PM Impresores.

Planeación de la Calidad	Control de Calidad	Mejoras de Calidad
Identificación de los clientes	Selección de los objetivos de control	Demostración de la necesidad de las mejoras
Determinación de las necesidades del cliente	Selección de las unidades de medición	Identificación de los proyectos específicos para las mejoras
Desarrollo de las características del producto	Fijación de las mediciones	Organización para el diagnóstico. Descubrimiento de las causas
Establecimiento de las metas de calidad	Establecimiento de los estándares de desempeño	Diagnóstico para determinar las causas
Desarrollo del proceso	Medición de desempeño real	Definición de las correcciones
Comprobación de las virtudes del proceso	Interpretación de las diferencias (realidad contra estándar)	Implantación de los controles para conservar lo ganado
	Corrección de las diferencias	Desarrollo de sistemas, metas, planes, medición y control de la calidad

- *Armand V. Feigenbaum*: Trabajó en la empresa “*General Electric*” de Nueva York, en donde desarrolla en los años 40’s el concepto de la calidad total ampliando el concepto de gestión de la calidad.

Feigenbaum sostiene que la calidad no solo es responsabilidad de un departamento, sino que se requiere de la participación de toda la empresa y todos los empleados para poder lograrla. Afirma que el decir “calidad” no significa “mejor” sino el mejor servicio y precio

para el cliente, al igual que la palabra “control” que representa una herramienta de la administración y tiene cuatro pasos:

1. Definir las características de calidad que son importantes.
 2. Establecer estándares.
 3. Actuar cuando los estándares no se cumplen.
 4. Mejorar los estándares de calidad.
- *Kaoru Ishikawa*: Experto y pionero en el control de calidad en Japón, es conocido por el desarrollo de los círculos de calidad. Creador en 1943 del *diagrama de Ishikawa*, considerado como una de las siete herramientas básicas de la calidad. La teoría de *Ishikawa* es fabricar a bajo costo. Dentro de su filosofía señala que la calidad debe ser una revolución de la gerencia. El control de calidad es desarrollar, diseñar, fabricar y mantener un producto de calidad.

Su trabajo enfatizó la recolección de datos y estableció los diagramas de *causa-efecto* como herramienta para asistir a los grupos de trabajo que se dedican a mejorar la calidad. Cree que la comunicación abierta es fundamental para desarrollar dichos diagramas y que éstos resultan útiles para encontrar, ordenar y documentar las causas de la variación de calidad en producción.

- *Philip B. Crosby (1926-2001)*: En los años setenta aplica el concepto de *cero defectos* en la calidad en la ITT (International Telephone and Telegraph Corp.), preocupado por la prevención de la calidad, la mejora continua y por los costos de la ausencia de calidad. Los elementos fundamentales para la mejora de Crosby son determinación, educación e implementación. La determinación significa que los directores deben tomar en serio la mejora de la calidad. Todos deben entender la filosofía de la calidad, que solo se logra a través de la educación. Por último cada miembro del equipo administrativo debe entender el proceso de implementación.

A continuación se presenta la Tabla 2 que muestra la filosofía y aportación de los personajes antes mencionados.

Tabla 2. Personajes de la calidad con filosofías encaminadas a la mejora continua.

Personaje	Fundamento	Herramienta (s)
Walter A. Shewhart	Métodos estadísticos enfocados en el control y mejoramiento de los procesos.	Hoja de control combinada con un diagrama del desempeño del proceso con el tiempo, con un conjunto de límites de control, el cual proporcionaba una evaluación estadística de cómo el proceso estaba cambiando. Esto permitía una evolución gráfica y analítica. Ciclo PDCA, herramienta universal para la mejora continua. (Rueda L. , 2007)
Edwards Deming	Importancia en la responsabilidad de la administración, creyendo que era el responsable del 94% de los problemas de calidad.	Ciclo PDCA o PHVA. 14 puntos para la Gestión, con los que pretende mostrar la importancia del papel de las personas, y en especial de la dirección en la competitividad de las empresas.
Joseph M. Juran	Asocio la calidad con la satisfacción del cliente, enfatizo el mejoramiento de la calidad actual a través de una sucesión de proyectos de mejora, y creyó que el liderazgo de la alta dirección de la función de la calidad era crítico. (William & James, 2005)	Trilogía de la calidad, basada en tres aspectos: 1) Planeación de la calidad 2) Control de la calidad 3) Mejora de la calidad
Armand V. Feigenbaum	Definió que la calidad que la calidad requiere de la participación de toda la empresa.	Control Total de la Calidad o Calidad Total, sistema eficaz para asegurar la producción y el servicio en la mayoría de los niveles económicos que permiten la satisfacción del cliente.
Kaoru Ishikawa	La calidad como revolución a nivel gerencial. El control de calidad es desarrollar, diseñar, fabricar y mantener un producto de calidad.	Círculos de calidad, que se refiere a grupos voluntarios, estables en el tiempo, que tienen como objetivo principal mejorar la calidad de los procesos y el entorno de trabajo.

Personaje	Fundamento	Herramienta (s)
Philip B. Crosby	La prevención de problemas es más rentable que arreglarlos.	Creo el concepto y programa de Cero defectos.

1.4 “LEAN MANUFACTURING”

Este sistema tiene como objetivo optimizar procesos a través de la reducción de recursos logrando operaciones con un costo mínimo y eliminando desperdicios o pérdidas con la búsqueda e implementación de mejoras continuas que aporten valor y para lograr la satisfacción del cliente. (Hernández & Pedro, 2013)

La definición que el mismo Taiichi Ohno empleó es la siguiente *“Es una metodología de fabricación que busca la optimización a lo largo de todo el flujo de valor mediante la eliminación de “Muda” (pérdidas) y persigue incorporar la calidad en el proceso de fabricación reconociendo al mismo tiempo el principio de la reducción de costos”*. (Jeffrey K., 2010)

1.4.1 ANTECEDENTES “LEAN MANUFACTURING”

En la actualidad el término “globalización” ha llegado para ser parte de nuestro vocabulario y de nuestras vidas, esto no exenta a las IQF’s de que requieran ser competitivas sin perder calidad, manteniendo los costos, la rapidez de entrega y la flexibilidad. El cumplimiento de todas estas características ha llevado al surgimiento de diversas herramientas y métodos, tal es el caso de **Lean Manufacturing** (producción esbelta).

Lean Manufacturing persigue la mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación de desperdicios, entendiendo como desperdicio todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. Esta filosofía de trabajo nació justo en la mitad del siglo XX en Toyota Motor Company, concretamente en la sociedad textil del grupo, técnica que posteriormente se afinó en los años setenta con la participación de Tiichi Ohno y Shigeo Shingo.

La producción esbelta, puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte, en los principios de William Edwards Deming.

1.4.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DE “LEAN MANUFACTURING”

Lean Manufacturing intenta obtener los productos y servicios por medio de procesos gestionados de modo que “fluya” de forma constante y regular.

La Figura 5 muestra como los procesos deben estar integrados por actividades que confieren valor al producto (eliminando las que no lo hacen, es decir, los desperdicios). El producto se debe producir y mover en pequeños lotes y por lo tanto, con rapidez a la respuesta, además de nuevas reducciones de costos. No existe necesidad de stock, ni de materiales ni de productos en curso, ni terminados nuevas reducciones en el gasto, pero también respuesta más rápida en no haber material “estancado”. Finalmente, la calidad está garantizada en cada etapa de los procesos, sin necesidad de controles adicionales nuevos ahorros en gasto, más rapidez en la respuesta, en no requerir re-procesos y, desde luego, calidad asegurada (Reséndiz Olguin, 2009).

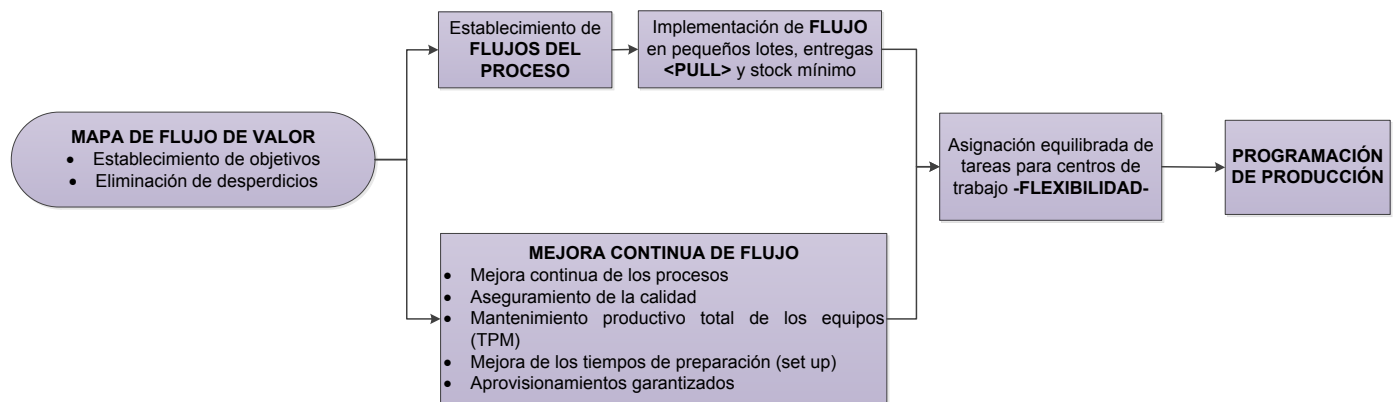


Figura 5. Diagrama de proceso *Lean Manufacturing*. Adaptado de *Lean Manufacturing como un sistema de trabajo en la industria manufacturera: Un estudio de caso*, (p. 15) por Reséndiz O.E., 2009, México, Universidad Nacional Autónoma de México.

El valor es un concepto fundamental en la filosofía **Lean Manufacturing**, este viene especificado por el cliente (externo o interno) y se entiende que algo tiene valor cuando satisface las necesidades del cliente.

Una vez que se ha detectado qué es lo que quiere el cliente (valor), hay que analizar qué actividades se realizan en la empresa para conseguirlo. El resultado de dicho análisis es el mapa de valor, el cual contendrá el flujo de materiales e información.

El flujo de valor atraviesa varios departamentos. Como consecuencia de su carácter interdepartamental, el análisis del flujo de valor va estrechamente ligado al concepto de *proceso*.

Los procesos están compuestos, a su vez, por actividades. De manera ideal estas actividades deben generar un valor añadido, sin embargo, esto no es siempre así y las actividades que se identifican pueden ser de tres tipos.

- Actividades que añadan valor.
- Actividades que, a pesar de que no añadan valor, son necesarias para llevar a cabo la producción.
- Actividades que no añadan valor y pueden eliminarse.

Tras determinar el valor y el flujo de valor (procesos y actividades), ha de fijarse el método, en este caso la filosofía aboga por un **sistema pull** (tirar). De acuerdo con este sistema cada puesto de trabajo únicamente produce lo que le demanda su cliente.

Tras implantar el sistema *pull*, comenzará un proceso de mejora continua definiendo de nuevo el valor (mejorando las prestaciones del producto u ofreciendo otras nuevas), se mejorará el flujo de valor, se eliminarán nuevos desperdicios y el sistema *pull* funcionará mejor. (Cuatrecasas Arbós , Procesos en flujo Pull y gestión Lean. Sistema Kanban: Organización de la producción y dirección de operaciones, 2012)

1.4.3 PILARES DE “LEAN MANUFACTURING”

La implementación de **Lean Manufacturing** exige el conocimiento de conceptos, herramientas y técnicas que tienen como objetivos alcanzar:

- Rentabilidad, que se traduce en reducción de costos, incremento en la capacidad y reducción en los ciclos de tiempo.
- Tener ventaja competitiva o seguir en el mercado.
- Satisfacción de todos los clientes al disminuir los desperdicios e incrementar la calidad del producto y/o servicio.

Para lograr dichos objetivos existen 3 pilares que a continuación serán descritos:

1.4.3.1 KAIZEN

Según su creador *Masaaki Imai*, kaizen se plantea como la conjunción de dos palabras, “*kai*” - cambio y “*zen*” - para mejorar, quedando definido como “cambio para mejorar” esto implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas. Según *Imai* “*En tu empresa, en tu profesión, en tu vida: lo que no hace falta, sobra; lo que no suma, resta*”. (Rajadell & Sánchez , 2010)

La mejora *kaizen* tiene algunas características que la diferencian de la innovación. La innovación implica un progreso cuantitativo que genera un salto de nivel, que generalmente se produce por el trabajo de expertos, sin embargo, la mejora *kaizen* consiste en una acumulación gradual y continua de pequeñas mejoras hechas por todos los empleados (incluyendo a los directivos), esto se ve representado en la Figura 6, la mejora continua comprende tres aspectos esenciales:

- Percepción (descubrir los problemas).
- Desarrollo de ideas (hallar soluciones creativas).
- Tomar decisiones, implantarlas y comprobar su efecto.

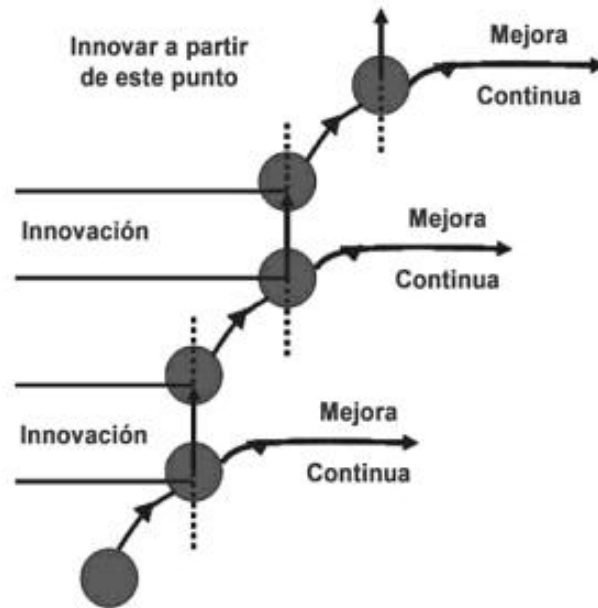


Figura 6. Representación de Innovación y Mejora Continua. (Rajadell & Sánchez , 2010)

En un proceso de mejora continua se integran dos tipos de avances diferentes:

- Los pequeños avances conseguidos con numerosas pero pequeñas mejoras (*Kaizen*).
- Los grandes saltos logrados gracias a las innovaciones tecnológicas o de organización, que generalmente implican inversiones de tipo económico (*Kairyo*).

En la Tabla 3 se muestra una comparación de las características entre estos dos tipos de avance.

Tabla 3. Comparación de características entre avances de mejora continua e innovación (Kaizen y Kairyo). Adaptado de Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad, por Rajadell M., Sánchez L., 2010, Madrid, Díaz de santos.

Kaizen	Kairyo
Puede y debe implicar a todo el personal.	Implica a un número limitado de personas.
Se hace el mantenimiento de lo que se tiene y se mejora con un <i>know-how</i> convencional.	Se construye un nuevo sistema con inversiones o nuevas tecnologías.
Orientación centrada totalmente sobre el personal.	Orientación hacia la tecnología.
Requiere el reconocimiento de los esfuerzos incluidos antes de los resultados	Se realiza exclusivamente en función de los resultados esperados.
Se obtiene con la utilización de herramientas de calidad y el ciclo PHVA (ciclo <i>Deming</i>).	Se obtiene con innovaciones tecnológicas u organizativas.

1.4.3.2 CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD

Según *Ishikawa*, el Control Total de la Calidad presenta tres características básicas (Rajadell & Sánchez , 2010):

- Todos los departamentos participan en el control total de la calidad. El control total de la calidad durante la fabricación reduce costos de producción y defectos.
- Participación activa de empleados, proveedores, distribuidores y otras personas relacionadas con la empresa.
- El control total de la calidad se encuentra totalmente integrado en la empresa ya que es una filosofía que involucra desde la gerencia hasta la operativa.

1.4.3.2 *JUST IN TIME (JIT)*

Desarrollado por *Taiichi Ohno*, con el objetivo de reducir costos a través de la eliminación de desperdicios. (Alviso Cruz , 2005)

Con Just In Time (JIT) se pretende fabricar los artículos necesarios en las cantidades requeridas y en el instante preciso. Algunas definiciones utilizadas para la filosofía JIT son (Rajadell & Sánchez , 2010):

- a) *Lead time*: tiempo transcurrido desde que el cliente pasa un pedido hasta que recibe el material.
- b) *Tiempo de flujo estimado*: tiempo que transcurre desde que se lanza una orden de producción hasta que el producto está en condiciones de ser expedido. En éste no se incluye el plazo de aprovisionamiento ni el tiempo de distribución. Para ser calculado se emplea la siguiente expresión:

$$\textit{Tiempo de flujo estimado} = \frac{\textit{Existencias de productos en curso}}{\textit{Ventas a precio de costo}}$$

Adaptado de Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad, por Rajadell M., Sánchez L., 2010, Madrid, Díaz de santos.

Si el tiempo de flujo es menor que el plazo de entrega, la fábrica puede producir contra pedido, sin embargo, si el plazo de entrega marcado por el cliente es menor que el tiempo de flujo, la fabricación debe iniciarse antes de la llegada del pedido del cliente, en consecuencia, la producción se organiza contra stock y la fabricación debe mantener existencias de producto terminado o en curso.

En la Figura 7 se muestra un ejemplo entre fabricación en contra pedido y en contra stock.

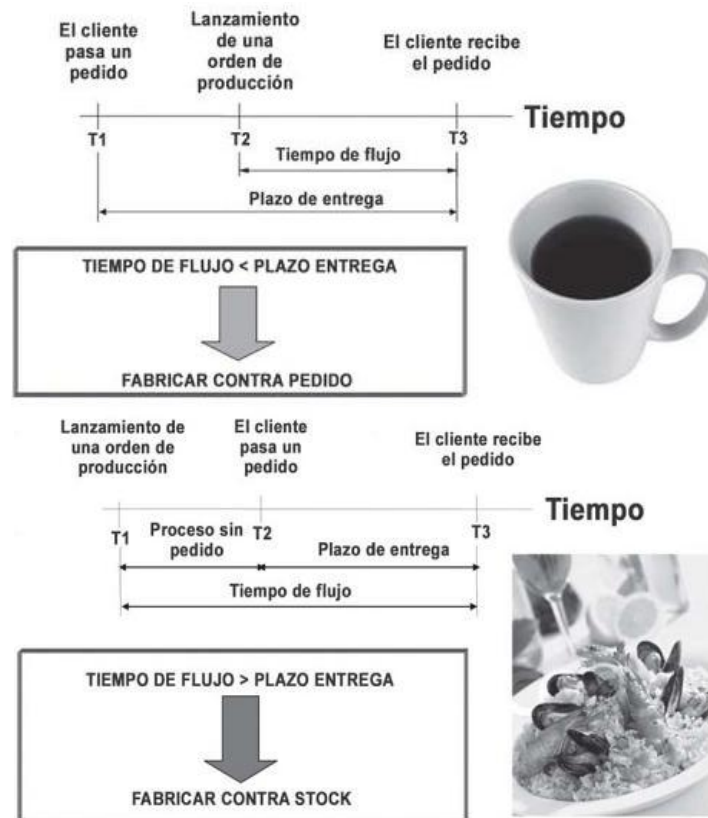


Figura 7. Ejemplo de Fabricación en Contra Pedido y en Contra Stock (Rajadell & Sánchez , 2010).

- c) Desperdicio: es todo aquello que no añade valor al producto, como por ejemplo sobreproducciones, existencia de stock, transporte de materiales, tiempo de fabricación de productos defectuosos, inspección de la calidad, uso de procesos inadecuados, preparación de la maquinaria o movimientos inútiles de los operarios.
- d) Sistema de producción *push* (empujar la producción): consiste en elaborar un programa de producción para cada proceso, y es el centro de trabajo anterior el que empuja con su producción las operaciones de los procesos siguientes. Cualquier desviación respecto a la programación genera problemas, que visualmente se manifiestan en acumulaciones innecesarias de productos en curso.
- e) Sistemas de producción *pull* (Jalar la producción): los sistemas *push* quedan desplazados por los de tipo *pull*. En un sistema *pull* es el proceso siguiente el que recoge del anterior las piezas que necesita en cantidad y momento preciso, de esta

manera los operarios solo producen artículos cuando son necesarios para el proceso siguiente.

Como resultado se reduce el tiempo de fabricación y la cantidad de productos semielaborados.

En la Figura 8 se ejemplifica el sistema de producción *pull*, se observa que el flujo de materiales sigue la dirección de Operación 1, hacia Operación 3, mientras que el flujo de información corre en dirección de Operación 3, hacia Operación 1, lo cual permite que solo se produzcan los artículos necesarios para la operación siguiente, debido a que entre las operaciones se comunican la necesidad de materiales para finalizar la producción. Para fabricar los productos necesarios en las cantidades requeridas y en el momento adecuado, los sistemas de producción *pull* utilizan tarjetas denominadas *kanban* (herramienta *Lean*) como sistema de información y control, basado en que cada proceso retira las piezas del proceso anterior en el instante y en la cantidad en que las va necesitando, con el fin de conseguir un flujo continuo de producción.

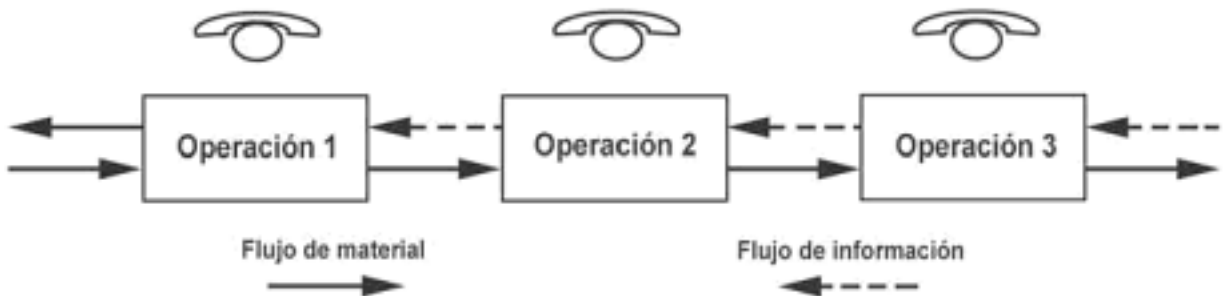


Figura 8. Sistema de producción *pull* (Rajadell & Sánchez , 2010).

1.4.4 HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN “LEAN MANUFACTURING”

Como ya se ha mencionado la filosofía de **Lean Manufacturing** se vale del apoyo de una serie de herramientas para lograr el objetivo, entre las cuales se destacan:

1.4.4.1 5´S

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, organizadas y seguras (Juárez Gómez, 2009). Las 5´S derivan de cinco palabras Japonesas que forman las etapas para lograr un lugar óptimo de trabajo, las cuales se describen a continuación:

- Seiri (Seleccionar): Separar todos los artículos que sean innecesarios y eliminarlos por completo del sitio de trabajo.
- Seiton (Organizar, ordenar): Ordenar todos los artículos necesarios, marcarlos claramente y asegurarse que se puede acceder a ellos fácilmente.
- Seizo (Limpiar): Limpiar todas las máquinas y el entorno de trabajo.
- Seiketsu (Estandarizar o sistematizar): Hacer de la limpieza y el orden una práctica de rutina que forme parte del día a día.
- Shitsuke (Disciplinar): Mantener el cumplimiento de los cuatro pasos anteriores y proporcionar un sistema de mejora continua en el proceso.

1.4.4.2 Just in Time (JIT) - Justo a Tiempo

Conjunto integrado de actividades diseñadas para alcanzar grandes volúmenes de producción usando inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y productos terminados. JIT es una filosofía que consiste en la reducción de desperdicios.

1.4.4.3 Six Sigma

Concepto diseñado y utilizado originalmente por Motorola en 1987 por el presidente de la compañía Robert Galvin, con el propósito de reducir los defectos de productos

electrónicos. Desde entonces, Six Sigma ha sido adaptado, enriquecido y generalizado por diversas compañías.

Six Sigma es una metodología que ayuda a identificar y reducir la variabilidad en los procesos, productos y servicios cuyo objetivo es alcanzar no más de 3.4 defectos o errores en cada millón de oportunidades con la intención de tener un producto o servicio más confiable y predecible (Tabla 3). (Rueda L. , 2007)

Tabla 4. Niveles de desempeño en Sigma. Adaptado de Aplicación de la metodología seis sigma y Lean Manufacturing para la reducción de costos, en la producción de jeringas hipodérmicas desechables, por Rajadell M., Sánchez L., 2007, México, Instituto Politécnico Nacional.

Nivel de Sigma	Defectos por Millón de Oportunidades	Nivel de calidad	Costos de Calidad Promedio	Clasificación
6	3.40	99.9999998%	Menos de 1% de ventas	Clase mundial
5	233.00	99.98%	5-10% de ventas	Industria promedio
4	6.210.00	99.4%	15-25% de ventas	Baja competitividad
3	66.807.00	93.3%	24-40% de ventas	No competitivo
2	308.537.00	69.2%	No aplica	No competitivo
1	690.000.00	30.9%	No aplica	No competitivo

La metodología básica de Six Sigma es la DMAIC, por sus siglas en inglés que significan:

- Definir (Define).
- Medir (Measure).
- Analizar (Analyze).
- Mejorar (Improve).
- Controlar (Control).

1.4.4.4 Kanban

Es un sistema de señales visuales que facilitan que el personal en las plantas identifique las operaciones o movimientos a realizar sin necesidad de procedimientos sofisticados o consultar al supervisor. Existen varios tipos de señales tales como cuadros, tarjetas, luces de colores, contenedores de colores, líneas de nivel en paredes, etc.

El Kanban proporciona una señal como información para producir, recoger y transportar productos, evitar producir en exceso sólo por ocupar los equipos, sirve como orden de trabajo para los operadores, evita que se avancen productos defectuosos al siguiente nivel de ensamble, revela la existencia de problemas y sirve como control de inventarios. (Rueda L. , 2007)

1.4.4.5 Kaizen Blitz

Este método se utiliza para hallar una solución pronta a problemas a través de un equipo de acción rápida, normalmente se trata de cuestiones sencillas de solucionar, pero que afectan de manera importante a la producción, como primer paso se integran equipos de acción rápida denominados Kaizen Blitz incluyendo a trabajadores, supervisores, mecánicos, inspectores, etc. El objetivo es aprovechar la experiencia de los operadores para que identifiquen el problema y sus causas, aporten ideas, sugerencias y participen activamente en la implementación de las soluciones. (Rueda L. , 2007)

1.4.4.6 SMED (Single Minute Exchange of Dies)

Método de cambios rápidos de formato, es el proceso de reducción del tiempo necesario para el cambio de herramientas sobre una máquina o una cadena de producción para pasar de la fabricación de un producto a otro. (Sánchez, Francisco, & al., 2006)

1.4.4.7 Poka-Yoke

Herramienta de calidad desarrollada por *Shigeo Shingo* un ingeniero Japonés y se traduce como “a prueba de errores”. (Guajardo Garza, 2008)

Su objetivo es detener el proceso productivo cuando se presenta alguna falla o defecto, identificando la causa y evitando mediante la prevención que la falla o el defecto se vuelva a presentar. Con la prevención se pretende detectar los errores antes de que se puedan convertir en fallas o defectos, y corregirlos para que no vuelvan a presentarse.

Las funciones que posee un sistema Poka -Yoke son:

- Realizar inspecciones en las partes producidas.
- Retroalimentar las anomalías ocurridas y generar acciones correctivas.

1.4.4.8 TPM (Total Productive Maintenance)

El Mantenimiento productivo total, se usa para maximizar la disponibilidad del equipo y maquinaria productiva de manufactura, evitando las fallas inesperadas y los defectos generados; el mantenimiento se logra al conservar la maquinaria actualizada y en condiciones óptimas de operación a través de la participación de diversos departamentos en un esquema parecido a la Calidad Total enfocada a los equipos. (Rueda L. , 2007)

1.4.4.9 Control Visual

Sistema basado en pizarrones o tableros de información para dar a los trabajadores información de las actividades y avances realizados que influye en resultados globales. De esta manera todos los trabajadores serán conscientes de su importancia, tomarán acciones para mejorar y aumentar su rendimiento (Reséndiz Olguin, 2009).

1.4.4.10 Mapa de Corriente de Valor (Value Stream Mapping - VSM)

El primer paso para que la empresa se encamine hacia **Lean Manufacturing**, es conocer cuál es la situación de partida. La manera de autoevaluarse consiste en realizar un *value stream map* o “mapa de la corriente o cadena de valor”, entendiéndose como cadena de valor a todas las acciones, considerando tanto las que agregan valor como las que no y que son necesarias para llevar un producto a través de sus dos principales flujos:

- El flujo de producción.
- El flujo de diseño.

El VSM, es una visión del negocio donde se muestra tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente (Figura 9). (Rajadell & Sánchez , 2010)

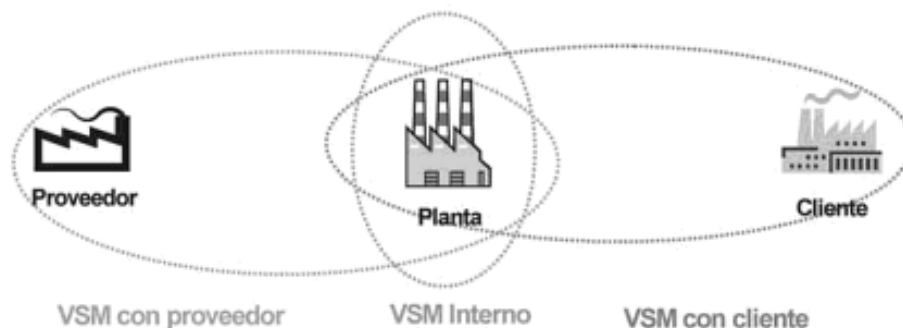


Figura 9. Visión Value Stream Mapping (VSM). (Rajadell & Sánchez , 2010).

1.4.5 LOS SIETE DESPERDICIOS

Las herramientas descritas anteriormente tienen como fin común lograr la eliminación de desperdicios que es uno de los objetivos principales de **Lean Manufacturing** en su camino hacia la creación de valor. (Cuatrecasas, 2010)

Los siete desperdicios que comúnmente se definen son:

1.4.5.1 Sobreproducción

Es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. Se considera fuente de otros desperdicios.

La causa de este tipo de despilfarro radica en el exceso de capacidad de las máquinas. Eliminarlo es complicado porque, a veces, supone un cambio en la forma de entender la producción.

Para acabar con este desperdicio, **Lean** hace uso de herramientas tales como la producción de pequeños lotes, la producción nivelada, el mantenimiento preventivo de máquinas o la producción al ritmo de la demanda (**takt time**).

1.4.5.2 Esperas

Entendemos por espera el tiempo que algún recurso, ya sea humano o material, está inactivo. Las esperas pueden deberse a desigualdades entre distintos puestos, a problemas de calidad o mantenimiento, o incluso a que los cambios de herramientas o formato tengan tiempos muy largos.

Las esperas en empresas manufactureras se materializan en montones de materiales o productos (inventarios).

Algunos métodos para luchar contra las esperas son: la implementación de un sistema pull (jalar), el fomento de la polivalencia del personal, el equilibrio de puestos (cargas de trabajo) o el mantenimiento preventivo, entre otros.

1.4.5.3 Transportes

El desperdicio por transportes es resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario, quizás a causa de un **layout** (distribución en planta) mal diseñado. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperas. Por lo que es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores, como se muestra en la Figura 10.

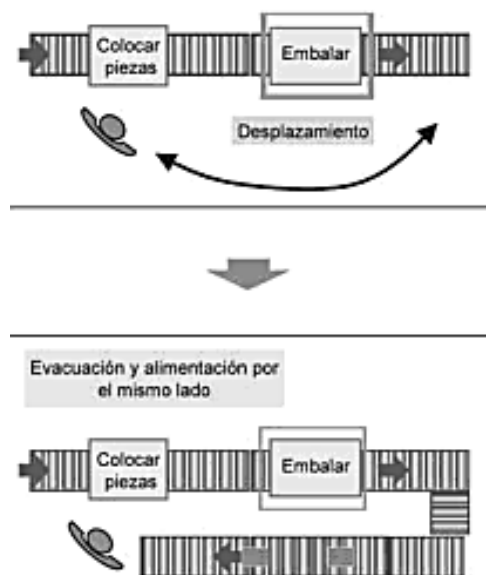


Figura 10. Optimización de proceso de acondicionamiento (Rajadell & Sánchez , 2010).

1.4.5.4 Sobreprocesamientos

Este es resultado de poner más valor añadido en el producto que el esperado o el valorado por el cliente, en otras palabras es la consecuencia de someter al producto a procesos inútiles, por ejemplo: verificaciones adicionales.

Es preciso desarrollar cada una de las actividades que componen los procesos de producción, de forma que se alcancen sus objetivos aplicando el mínimo de recursos y, muy especialmente, en el menor tiempo posible. Esto supone llevar a cabo las actividades de los procesos aplicando los métodos de trabajo más adecuados y eficaces, personal debidamente formado y motivado, asignación adecuada de tareas a los mismos, organización correcta de los puestos de trabajo, con los elementos que se requieren a mano, equipamientos productivos adecuados y disponibles, un **layout**, o disposición de los procesos en la planta, asimismo adecuados, etc.

En la Figura 11 se muestra un ejemplo de mejora a través de la automatización con el fin de evitar sobreprocesamientos debidos a errores humanos.

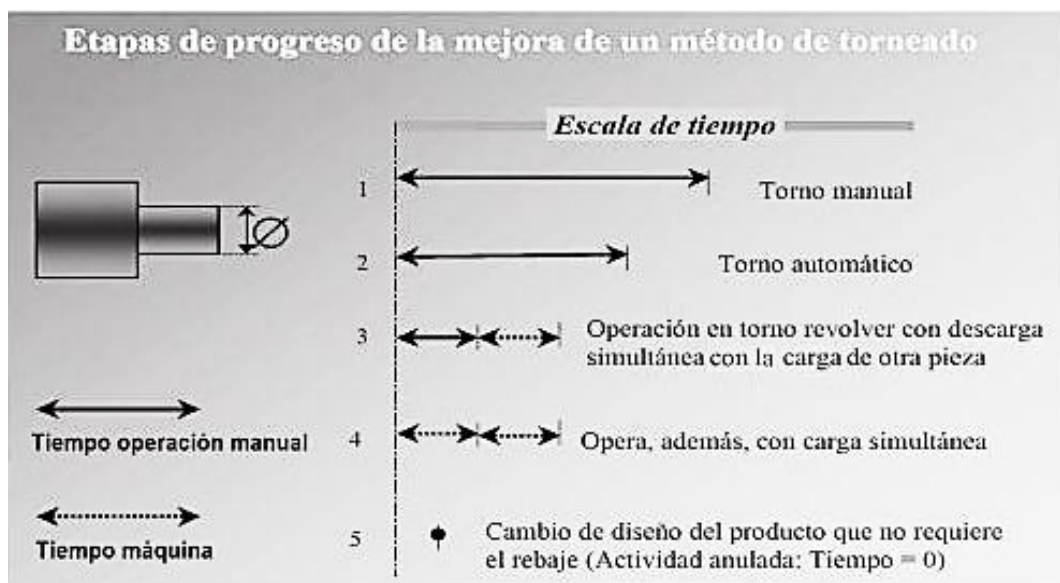


Figura 11. Mejora del método de trabajo para evitar el desperdicio en sobreprocesamiento (mediante automatización) (Cuatrecasas, 2010).

1.4.5.5 Inventarios (Stocks)

Este desperdicio se puede presentar tanto al inicio del proceso productivo (materias primas), a lo largo del mismo (producto en proceso) o al final (producto terminado).

En la Figura 12 se ejemplifica el símil de un barco para explicar esta paradoja. El **stock** actúa como el nivel de agua, cubre todos los problemas y permite que el barco (la empresa) navegar sin problemas. Pero esto no quiere decir que no haya más problemas (o desperdicios), simplemente significa que no los podemos ver y, como consecuencia, no podemos atacarlos. (Cuatrecasas, 2010)

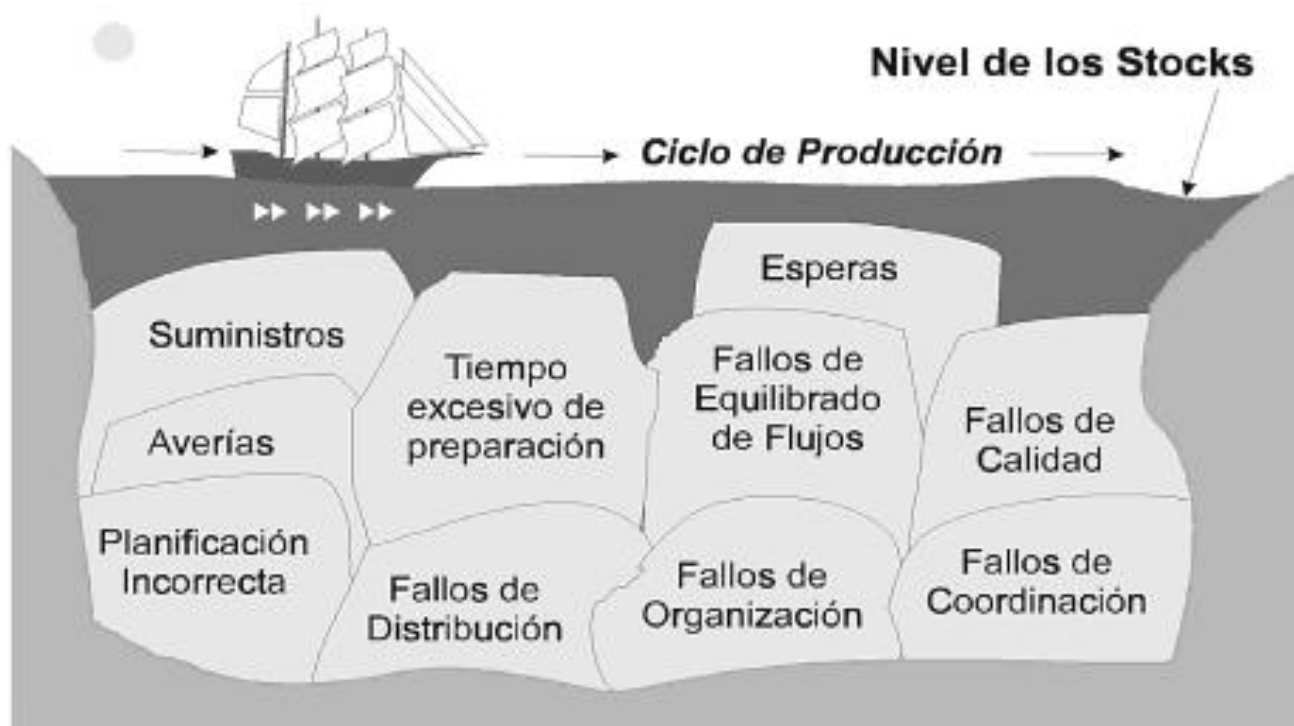


Figura 12. El nivel de stocks cubre las ineficiencias de los procesos, como el agua los obstáculos para la navegación (Cuatrecasas, 2010).

El exceso de existencia supone un costo adicional por el valor del producto, el espacio utilizado, los transportes que exigen, la manipulación para almacenarlo y recuperarlo, etc.

Una correcta gestión de los aprovisionamientos y una organización adecuada de la ejecución del proceso de producción, sin olvidar no producir más allá de la demanda, son las claves para evitar la presencia de existencias innecesarias.

1.4.5.6 Movimientos innecesarios

La producción debe tratar en todo momento de añadir valor al producto. Los transportes y manipulaciones de materiales y productos constituyen un despilfarro y no añaden valor al producto, pero tampoco lo hacen los movimientos de personas que podrían evitarse.

Movimientos innecesarios los habría también en el caso de personas que se tuvieran que desplazar para ir en busca de materiales, herramientas, útiles o documentos para poder realizar su tarea correctamente.

1.4.5.7 Defectos en los productos

Los componentes o productos con defectos constituyen un desperdicio evidente ya que debe reprocesarse o tirarse, lo que supone la pérdida o repetición de actividades que aportaban valor al producto. Esto puede dar lugar a nuevos desperdicios además del latente desajuste en la programación.

Para evitar defectos y por tanto fallos de calidad, no bastará con establecer controles que permitan conocer cuál es el nivel de fallos. Deberá proveerse de una organización del proceso que evite la producción con posibilidad de error o fallos.

A continuación, en la Figura 13 se muestra un esquema de los siete desperdicios descritos anteriormente.

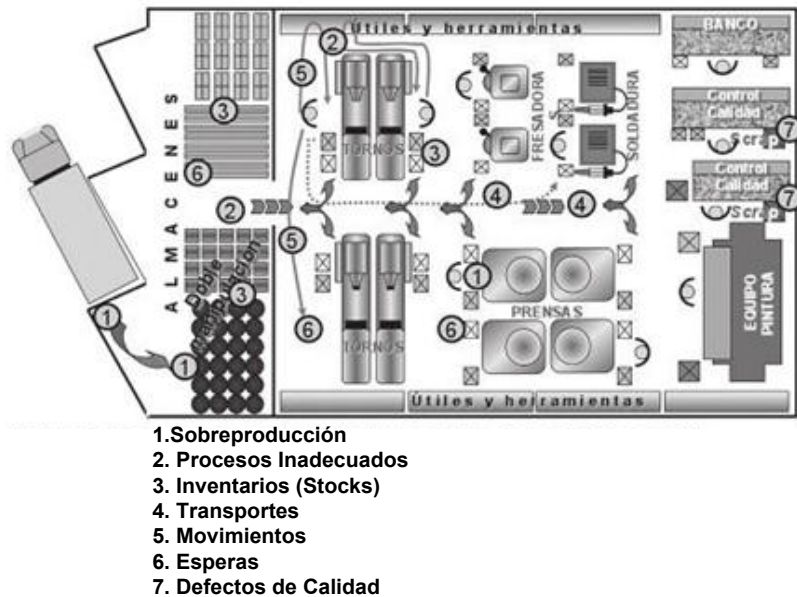


Figura 13. Los siete tipos de desperdicios, en una planta productiva convencional (Cuatrecasas, 2010).

1.4.6 BENEFICIOS DE “LEAN MANUFACTURING”

Algunos de los beneficios esperados de un proyecto **Lean** son:

- Reducción de tiempos de entrega (**lead time**). Disminuir el tiempo que tarda el producto desde que entra el sistema productivo hasta que sale, es decir conseguir que el producto se mueva de proceso a proceso sin estancarse en forma de inventario.
- Reducción de inventarios en proceso. Reducir el inventario de materias primas, productos en proceso y/o productos terminados debidos a otros desperdicios.
- Aumento de la productividad. Uso efectivo de recurso a través de la optimización de procesos generando un incremento del número de unidades producidas.
- Aumento del espacio necesario para las operaciones. Disminuir esperas en el flujo productivo a través de la eliminación de inventarios y planeación de producción con calidad.
- Disminución de los costos debidos a la no calidad. Evitar reprocesos durante el flujo productivo.
- Aumento de la flexibilidad.

1.5 ENTORNO SOCIAL Y CULTURAL

Para el éxito de una implementación de **Lean Manufacturing** es importante comprender el entorno social y cultural de donde surgió dicha filosofía, esto con el fin de adecuar la metodología a nuestras necesidades y características sociales y culturales.

1.5.1 CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO SOCIAL Y CULTURAL

El análisis del entorno es importante debido a que la manera de ser y las costumbres tanto de directivos como de operarios viene condicionada por su país de origen; por ejemplo en Japón, el trabajador siente que forma parte de la empresa, mientras que en occidente no está clara la existencia de un espíritu de mejoras sin recompensas.

A continuación se mencionaran algunas características socioeconómicas Japonesas relevantes (Rajadell & Sánchez , 2010):

- La vinculación al grupo de trabajo es emocional. El empleado forma parte de la empresa (es un ente unido y único) generando una experiencia laboral que aporta valor a las empresas. El compromiso y la dedicación son totales (**marugakae**) y prevalece sobre las otras posibles relaciones humanas, gustos o creencias individuales.
- Se presta atención a la formación tanto inicial como continuada. En cada sección suele haber varios responsables de formación que trabajan conjuntamente con un departamento general de formación.
- La toma de decisiones funciona habitualmente por consenso. Los clásicos procedimientos de contacto y conversaciones preparatorios (**nemawashi**) y el consenso formal con la firma de todos los jefes relacionados con un proyecto (**ringi sho**), dan paso a una entusiasta realización y colaboración por parte de todos.

- Existe un engranaje de relaciones estables con proveedores, empresas subcontratadas y clientes, de manera que se puede hablar de un grupo de empresas interrelacionadas (**keiretsu**).
- Las empresas Japonesas se distinguen por el alto grado de colaboración del personal, a todos los niveles, en diferentes actividades, para la mejora del trabajo.
- Japón tiene arraigado un código ético de culto al trabajo diligente, la austeridad de vida, la obligación de ahorro y la aversión al ocio.

Japón presenta una cultura de prototipos, destacando los siguientes rasgos característicos:

- *Normas industriales y de servicios:* Existe una detallada reglamentación en casi todos los sectores industriales.
- *Sistema educativo:* El nivel educativo popular es notablemente alto. Todo el sistema tiene por objetivo formar ciudadanos y trabajadores obedientes, disciplinados y de competencia media asegurada.
- *Formación continua:* Valoran en alto grado la educación continua.
- *Centralización en Tokio.*
- *Servicio al cliente es sobrevivir:* La empresa hace el máximo esfuerzo para satisfacer al cliente, mediante: un precio justo, la calidad, la puntual entrega, la documentación impecable sin errores, asistencia técnica, etc.

Debido a la estructura social y económica ha existido resistencia de la gente al aplicar los principios de **Lean Manufacturing** hasta el punto en que se ha llegado a pensar que es un modelo que su aplicación solo podía ser en Japón, pero estudios de James P. Womack y Daniel T. Jones, hacen mención en que los conceptos de **Lean Manufacturing** son

replicables, y en tal sentido son aplicables en cualquier región del mundo, industria, empresa, entidad, organización y hasta nación.

De acuerdo a estos autores, los “Cinco principios clave de **Lean Manufacturing**” incluyen:

1. Uso eficiente de recursos.
2. Eliminación de desperdicios o despilfarros.
3. Trabajo en equipo.
4. Comunicación.
5. Mejora continua.

1.5.2 HOSHIN

Es un método de planeación estratégica que en Japonés significa brújula, y es el conjunto de actividades que tienen por objetivo la eliminación sistemática de desperdicios y todo aquello que resulte improductivo, inútil o que no aporte valor añadido. El objetivo de una operación **Hoshin** es involucrar a todo el personal en la búsqueda de soluciones simples y aplicables para la obtención de una mejora continua. (Rajadell & Sánchez , 2010)

Este concepto es de suma importancia ante una implementación **Lean**, ya que se requieren que las organizaciones busquen hacer propias dichas filosofías, usando los recursos con los que cuenta la empresa.

A continuación se citan algunas recomendaciones para una operación **Hoshin**:

- Otorgar responsabilidad a los operarios.
- Respetar los planes de control y todas las normas de seguridad laboral.
- Tratar inmediatamente las dificultades encontradas.
- Tener la mente abierta a soluciones.
- Seguimiento diario de las operaciones por parte de su responsable.
- Implantar elementos propios de comunicación y control visual.

2. PROCEDIMIENTO

El presente trabajo se basa en el modelo de **Lean Managment System**, filosofía propuesta por David Mann en 1995. Dicho autor promueve su filosofía con una declaración conformada por tres partes principales de proceso y que se resume como: “*Vaya al lugar, mire el proceso y hable con la gente*”, mediante esta premisa se desarrolló la implementación de Juntas de Inicio de Turno (JIT’s), también fue necesario aplicar los cuatro puntos clave denominados: “**Principle Elements of Lean Management**” con el fin de generar un cambio cultural entre los integrantes del equipo de acondicionamiento de sólidos orales.

Los “**Principle Elements of Lean Management**” aplicados fueron:

1) Trabajo estándar

Se establecieron reuniones diarias que ocurren en horas establecidas. Es importante aclarar que no sólo se trata de una agenda definida, sino que la información del cambio de turno y objetivos del día se estandarizaron.

2) Controles visuales

El indicador visual implementado es un círculo de productividad que cuenta con 6 estados que reflejan la productividad en la línea de acondicionamiento de sólidos orales, usando el código de colores, donde la gama de rojos significa una situación no estándar o negativa, el amarillo que indica un aviso o un cambio neutral, y el verde representa un avance positivo en la dirección deseada, en la Figura 14 se muestra el control visual desarrollado por el área de soporte e implementado en el área de acondicionamiento sólidos (Rueda B. , 2014). Este punto es de gran importancia para la comunicación entre áreas ya que indica el estatus de las operaciones, lo que se vuelve crítico para el éxito de un sistema de trabajo.

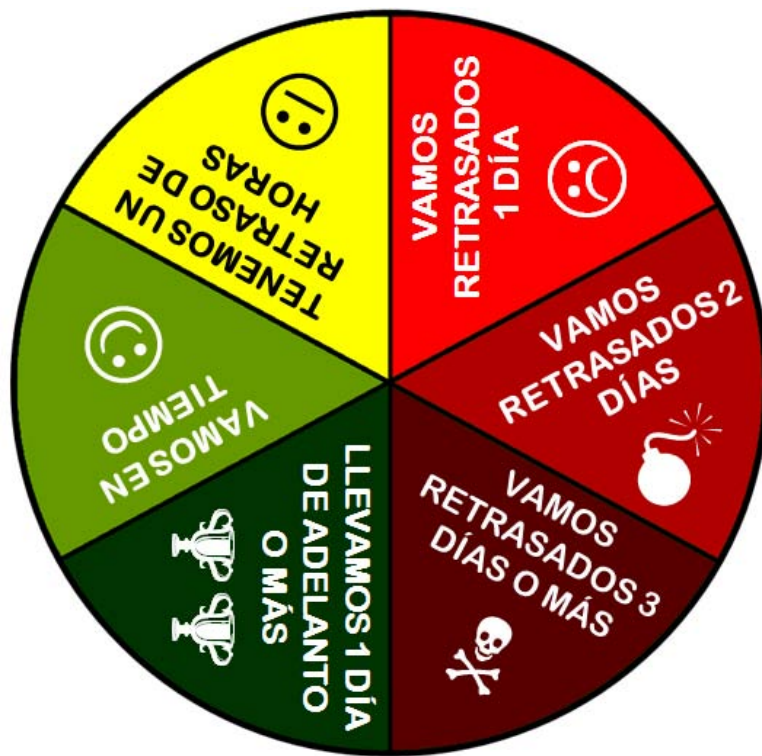


Figura 14. Círculo de la Productividad (Control Visual) (Rueda, 2014).

3) Responsabilidad diaria

Se establecieron roles y responsabilidades dentro de las JIT's, ya que esto permite visualizar las acciones que se deben hacer y quien debe realizarlas. La frecuencia diaria es significativa para que se cree un hábito y un proceso auto-correctivo, donde los participantes además de conocer sus actividades, generar estrategias de acción y propuestas de mejora.

4) Disciplina de la dirección

Se alentó la participación tanto de operadores como líderes para la realización y seguimiento de las JIT's, esto fue mediante recorridos diarios, soporte a juntas semanales (que ya existían) y emisión de reporte de cumplimiento de dichas reuniones.

El éxito del programa depende de un trabajo que involucre desde la dirección hasta el operador, por lo que es vital la participación y seguimiento de los líderes en el trabajo

estándar, controles visuales y responsabilidad diaria, manteniendo una disciplina en su aplicación.

Los cuatro puntos antes mencionados fueron medulares para la definición de las características mínimas necesarias para la implementación de un modelo de reuniones diarias que dentro de esta organización llevaron el nombre de Juntas de inicio de Turno (JIT's), el objetivo era lograr la comunicación necesaria entre turnos y áreas para la optimización de procesos a través de la eliminación de desperdicios mediante la mejora continua.

De acuerdo a la filosofía: *“Vaya al lugar, mire el proceso y hable con la gente”* como área de soporte se asistió al lugar observando el proceso y se habló con la gente; esto con el propósito de integrar al equipo de operadores y líderes para la definición de las características mínimas necesarias para las JIT's, lo cual llevó a capacitar a un grupo de operadores en la filosofía y desarrollar en primera instancia un proyecto piloto con solo dos de las seis líneas de acondicionamiento de sólidos orales durante un periodo de dos meses, dicho proceso se enfocó en establecer el cambio cultural a través de los ***“Principle Elements of Lean Management”***, esto se traduce en:

- Estandarizar información, por lo que se desarrolló un tablero donde se define si la línea de acondicionamiento se encuentra en proceso de acondicionado, el objetivo del día, si existen avances con el turno anterior, el tiempo que se requiere para el proceso de acondicionado y que se requiere para lograr el objetivo. En la Figura 15 se muestra el primer pizarrón implementado en el proyecto piloto.

Seguimiento JIT

Línea: _____

Fecha/ Hora: ____/____/____

Integrantes de la Junta:

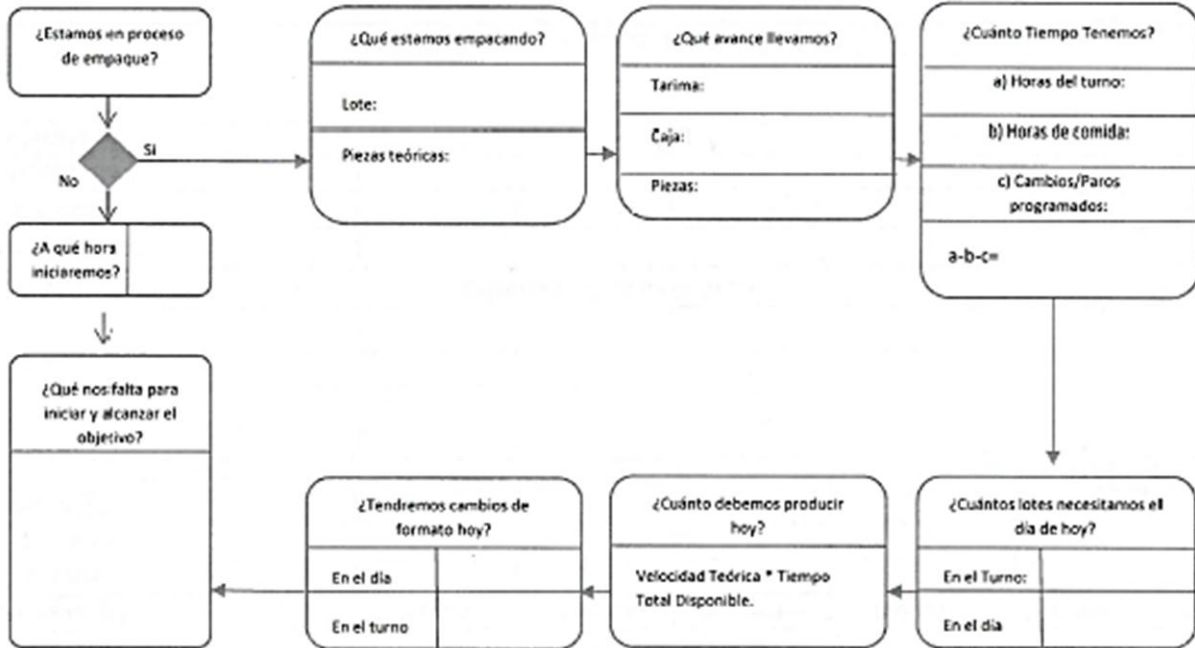


Figura 15. Tablero piloto para líneas 1 y 3 de acondicionamiento sólidos orales, elaboración propia.

- Implementar control visual tipo semáforo (Figura 14), donde se indica si el estado del proceso de la línea va de acuerdo a lo programado o se encuentra fuera del tiempo establecido para el proceso de acondicionado.
- Definición de roles y responsabilidades, se propuso roles dentro de las JIT's para que cada uno de los integrantes no se mantuviera excluyente dentro de la reunión y como reforzamiento de la capacitación de la filosofía.
- Establecer tiempos para realizar recorridos por las líneas (**Gemba walk**), primero para dar apoyo durante el proyecto piloto y posteriormente del programa para el

seguimiento de las reuniones a través de una revisión visual de los pizarrones implementados en las líneas.

El seguimiento de este programa se realizó a través de una hoja de asistencia, donde los operadores marcaban turno, rol dentro de la reunión, piezas teóricas para el turno y si el objetivo se cumplió, durante dos meses se hicieron modificaciones al tablero con la finalidad de integrar al equipo y que el grupo de trabajo hiciera suya la filosofía. En la Figura 16 se muestra la lista de asistencia que se usó durante el programa piloto.

LISTA DE ASISTENCIA-JUNTAS DE INICIO DE TURNO (JIT)

LÍNEA: 1 MES: MARZO

Datos de JIT		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Fecha:									
Rol	Nombre							Turno: 1° <input checked="" type="checkbox"/> 2° <input type="checkbox"/> 3° <input type="checkbox"/>	
Líder	HEIDI TORRES			/	/	/	/	/	
Cronometrista	CELESTINA ORTIGUZA			/	/	/	/	/	
Anotador									
Moderador	IDEIBERTO ANDRANE			/	/	/	/	/	
Resultado final de la línea									
Piezas Teóricas				2700	66,484	40,352	60,440	54,396	
Excedido					/	/	/	/	
Alcanzado									
Retrasado									

Datos de JIT		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Fecha:									
Rol	Nombre							Turno: 1° <input type="checkbox"/> 2° <input type="checkbox"/> 3° <input type="checkbox"/>	
Líder									
Cronometrista									
Anotador									
Moderador									
Resultado final de la línea									
Piezas Teóricas									
Excedido									
Alcanzado									
Retrasado									

Figura 16. Lista de asistencia y seguimiento de JITs, elaboración propia.

El programa piloto permitió definir las características que se aplicaron en las JIT's. En la Tabla 4 se muestran las características que el modelo de reuniones sugiere y las características implementadas en seis líneas de acondicionamiento de sólidos orales, también se definió el tablero implementado en las JITs el cual surge del trabajo constante con

los operadores de las líneas piloto, líderes del área y área de soporte. Finalmente, en la Figura 17 se muestra dicho tablero.

Tabla 5. Características necesarias para Junta de Inicio de Turno

Característica (Teoría)	Característica (Implementada)
Reuniones breves	Reuniones de máximo 15 minutos
Realizarse en el centro de trabajo	Reuniones realizadas en área de trabajo (Líneas de acondicionamiento)
Tableros de comunicación visuales	Pizarrón de JIT - Plan de producción (Figura 17)
Control visual	Circulo de Productividad (Figura 14)
Establecer la Disciplina	Asignación de roles dentro de la JIT
Disciplina para planear, monitorear y mejorar con eficacia los procesos de producción	<p>Pizarrón de JIT:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planeación semanal de cambios de formato (tipo de cambio y tiempo requerido) • ¿Qué nos hace falta para iniciar y alcanzar el objetivo?
Mejoras a corto, mediano y largo plazo	<p>Pizarrón JIT:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué nos hace falta para iniciar y alcanzar el objetivo? • Comentarios (Destinados a comunicación y propuestas de mejora) <p>Reunión Líderes-Operadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informar índices de productividad • Espacio para el debate y aportación de mejoras con base a la experiencia.

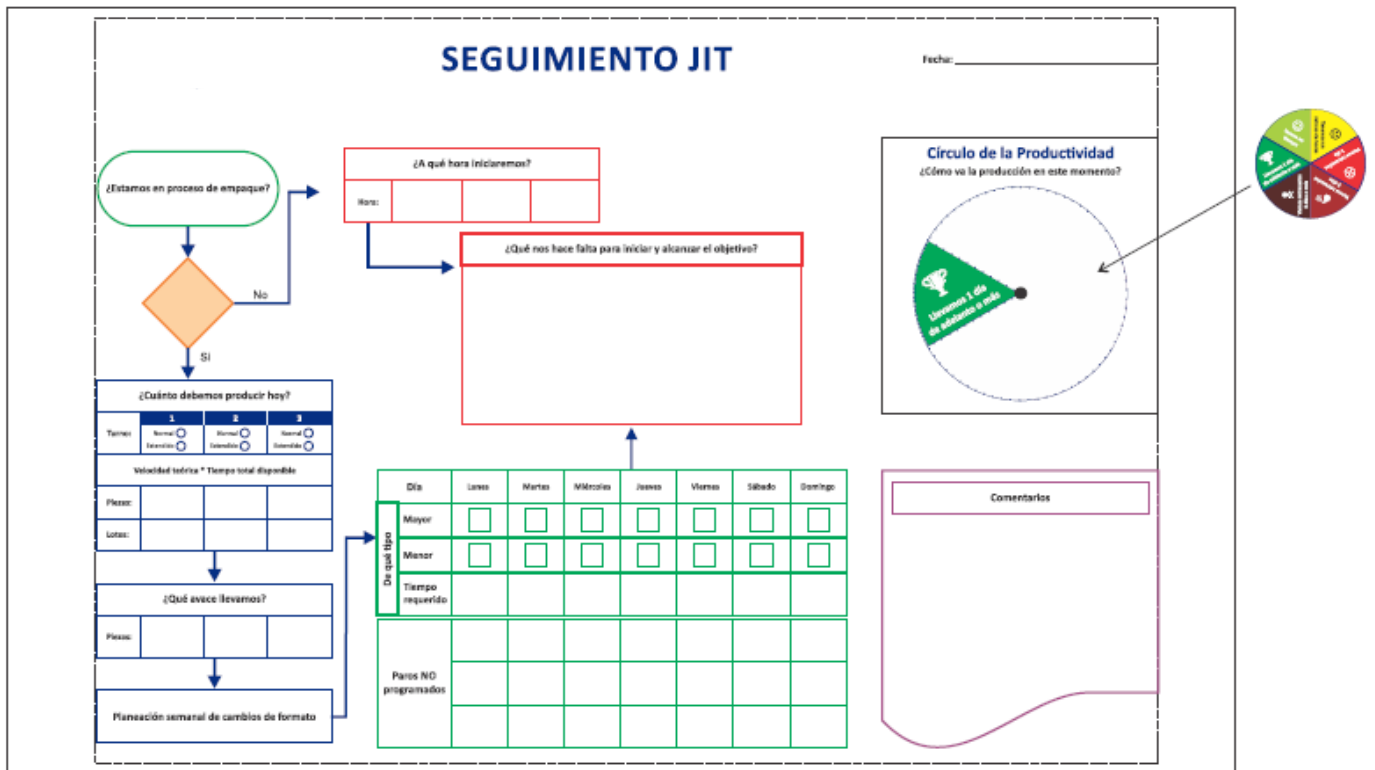


Figura 17. Tablero de Juntas de Inicio de Turno (JIT) para área de Acondicionamiento, elaboración propia.

El tablero implementado cuenta con diversas características que enriquecen la comunicación y a continuación se describen:

- Control visual para comunicar el estado de producción (Figura 14). Estos tableros son el soporte durante los recorridos diarios a los centros de trabajo ya que sirven de medio de comunicación a todos los niveles. El círculo de productividad indica el “estado del proceso” (de acuerdo al plan de producción).
- Sección de actividades (Figura 18). En esta se hace de conocimiento el turno (y tipo de turno). En este diseño existen dos posibilidades de estado de proceso:
 1. En proceso de empaque, hecho que desencadenará el llenado de piezas teóricas que debe realizar el equipo de trabajo de ese turno; en caso de existir avance en el

proceso se indicará el número de piezas, también se muestran los cambios programados durante el día y lo que se requiere para ejecutar el proceso.

2. Detenidos o sin proceso de empaque, hecho que generará la planeación para iniciar el proceso, comenzando por preguntar ¿a qué hora iniciaremos? y ¿qué nos hace falta para iniciar y alcanzar el objetivo?

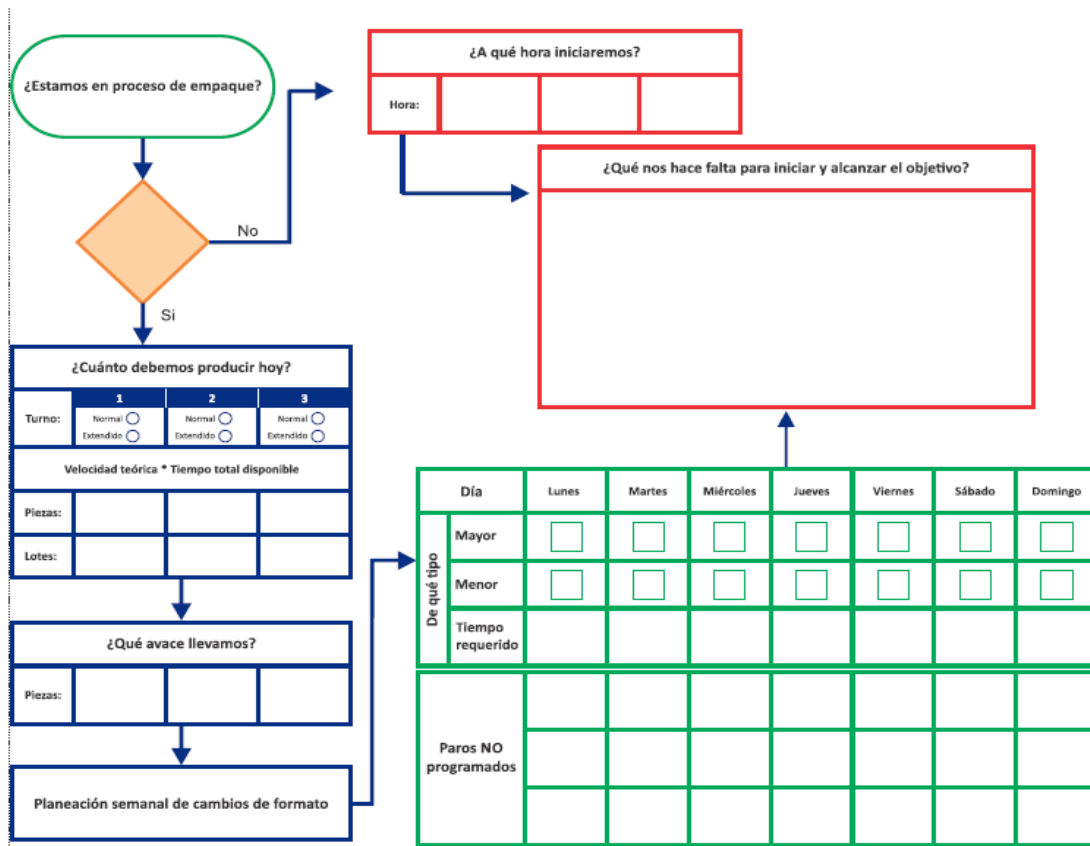


Figura 18. Sección de actividades, elaboración propia.

- Métricas (Figura 19, acercamiento). Muestra información específica y relevante del desempeño de las líneas de empaque de acuerdo a los paros no programados, ya que estos impactan en la cadena productiva, en el tablero podrá encontrarse el tiempo que implicó un paro no programado y la causa del mismo.

Paros NO programados							

Figura 19. Sección de Métricas

La implementación de JIT's se enlazó con las reuniones semanales y mensuales que ya se llevaban dentro del equipo de acondicionamiento sólidos, generando una sinergia con las reuniones que se realizaban diariamente, en la Figura 20 se muestra el Modelo de "Sistema de Trabajo Lean".



Figura 20. Modelo de "Sistema de Trabajo Lean", elaboración propia.

El modelo permitió que la toma de decisiones se realizara de manera efectiva y ágil ya que para cada una de las reuniones se definió su objetivo y alcance de las mismas, generándose

una integración en todos los niveles de la organización, a continuación se describen las características que adquirieron dichas reuniones:

➤ Junta de Inicio de Turno – JIT- (Reunión Diaria)

La primer reunión comienza en el lugar de trabajo, mediante herramientas visuales para lograr una comunicación efectiva, donde cada turno tenga conocimiento del estado de la línea y del trabajo que se debe realizar a lo largo del día. La expectativa es que suceda en tiempo, con la correcta discusión y con una rápida respuesta en los centros de trabajo. En la Tabla 5 se muestran las características implementadas.

Tabla 6. Características de las Juntas de Inicio de Turno (JITs), elaboración propia.

Involucrados:	Operadores- Líderes
Propósito:	Hacer de conocimiento el estado del proceso de producción (turno anterior, presente y turno futuro)
	Transferencia eficaz y eficiente del trabajo en curso.
Junta de Inicio de Turno:	Conocer el objetivo en el turno.
	Determinar acciones para el turno.
	Informar actividades pendientes.
Tiempo requerido	Máximo 15 minutos

➤ Recorrido Diario de Producción (**Gemba Walk**)

Tiene como propósito el recorrer los centros de trabajo, realizar una revisión del llenado de la herramienta visual para la generación de una cultura **Lean**, también se realiza la difusión de información de cada centro de trabajo haciendo de conocimiento a otras áreas los datos críticos del centro de trabajo y el estatus actual de las operaciones. En la Tabla 6 se muestran las características implementadas para el **Gemba walk**.

Tabla 7. Características del Recorrido Diario (*Gemba Walk*), elaboración propia.

Involucrados:	Líderes y Áreas de Soporte
Propósito:	Asegurar que la JIT fue realizada.
	Manejar un horizonte a corto plazo (1 día), asegurando que las metas sean alcanzadas.
	Asegurar el “flujo” de operaciones del centro de trabajo
Junta de Inicio de Turno:	Caminar por los centros de trabajo
	Revisión de controles visuales.
	Tomar decisiones diarias basadas en los controles visuales.
	Seguimiento diario de asignaciones.
Tiempo requerido	Máximo 15 minutos

➤ Reunión Semanal de Producción

El propósito de la reunión semanal de producción es revisar el desempeño semanal del proceso y la tendencia del año en curso (según lo esperado).

Esta reunión permite a los equipos de acondicionamiento de sólidos orales conocer el “valor” generado por los procesos, lo cual se representa mediante métricas, y en caso de ser necesario se generan planes de acción para y mejoras para la optimización del proceso de acondicionado en su línea. En la Tabla 7 se muestran las características de las reuniones semanales.

Tabla 8. Características de Reuniones Semanales de Producción, elaboración propia.

Involucrados:	Líderes de producción
Propósito:	Revisar métricas de cada centro de trabajo
Junta de Inicio de Turno:	Comunicación eficaz y eficiente del trabajo en curso.
	Conocer el objetivo en el turno.
	Determinar acciones para el turno.
	Informar actividades pendientes.

➤ Reunión Mensuales de revisión

Se informa a alta gerencia el cumplimiento de indicadores de productividad.

Todo este modelo comparte información crítica para los procesos y la productividad del área por ello el monitoreo fue a través del desempeño de indicadores, mismos que se mostrarán en gráficas por etapas del proyecto:

- a. Cumplimiento de ejecución de Junta de Inicio de Turno (JIT).
- b. Paros No Programados (Diagramas de Pareto de causa).
- c. % OP (Indicador de productividad global).
- d. %OEE (Indicador de eficiencia global del equipo).

Una vez establecidas las características del modelo se definió que la meta de esta implementación sería que el nivel de desempeño de productividad mejorara, esto comparado en retrospectiva a dos meses de la implementación, que surgieran acciones, iniciativas y proyectos para la optimización de los procesos y/o para la eliminación de paros no programados que no fueran debidos a la máquina, estas acciones surgen durante las JIT's, y reuniones semanales.

3. RESULTADOS

El proyecto de implementación de JIT's fue ejecutado y analizado por bloques de acuerdo a un ciclo de vida de proyectos:

- a) Definición (Programa Piloto).
- b) Implementación de JIT's en 6 líneas de acondicionamiento de sólidos orales en un periodo de tiempo de Mayo a Junio de 2014.
- c) Seguimiento y cierre de implementación de JITs, en un periodo de Julio a Agosto de 2014.

Cabe señalar que en los gráficos del indicador de eficiencia global del equipo (%OEE) no habrá resultados de las líneas 2 y 5 debido a un cambio de maquinaria, lo cual implica un tiempo de calificación y capacitación.

El mes de Enero de 2014 fue analizado para generar una referencia ante la implementación de las Juntas de Inicio de turno, el Gráfico 1 muestran los resultados del indicador de productividad global (%OP) de todas las líneas de acondicionamiento sólidos orales, dicho indicador resulta del cociente del tiempo productivo teórico entre el tiempo de uso de la máquina.

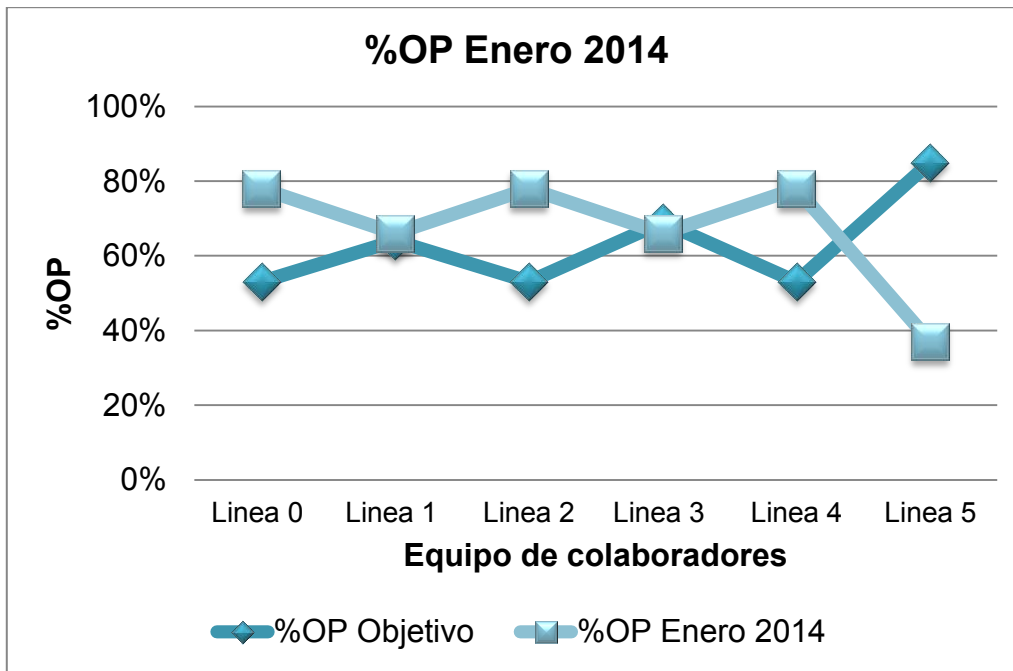


Gráfico 1. %OP Enero 2014.

El Gráfico 2 muestra los resultados del indicador de eficiencia global del equipo (%OEE) solo de las líneas 0, 1, 3 y 4, esta métrica resulta del cociente de la velocidad máxima de la maquina entre la capacidad teórica de la misma, es por ello que las líneas 2 y 5 al encontrarse en un periodo de validación no fueron considerados sus resultados.

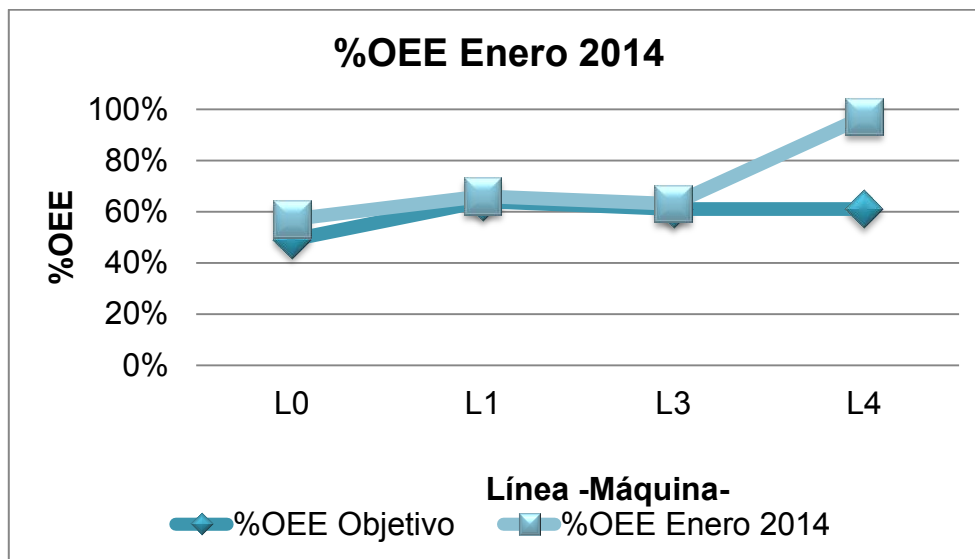


Gráfico 2. %OEE Enero 2014. Nota Línea 2 y 5 no se presentan por cambio de máquina.

3.1 PROGRAMA PILOTO

De acuerdo a la implementación, inicialmente se ejecutó un programa piloto que fue evaluado mediante indicadores de productividad.

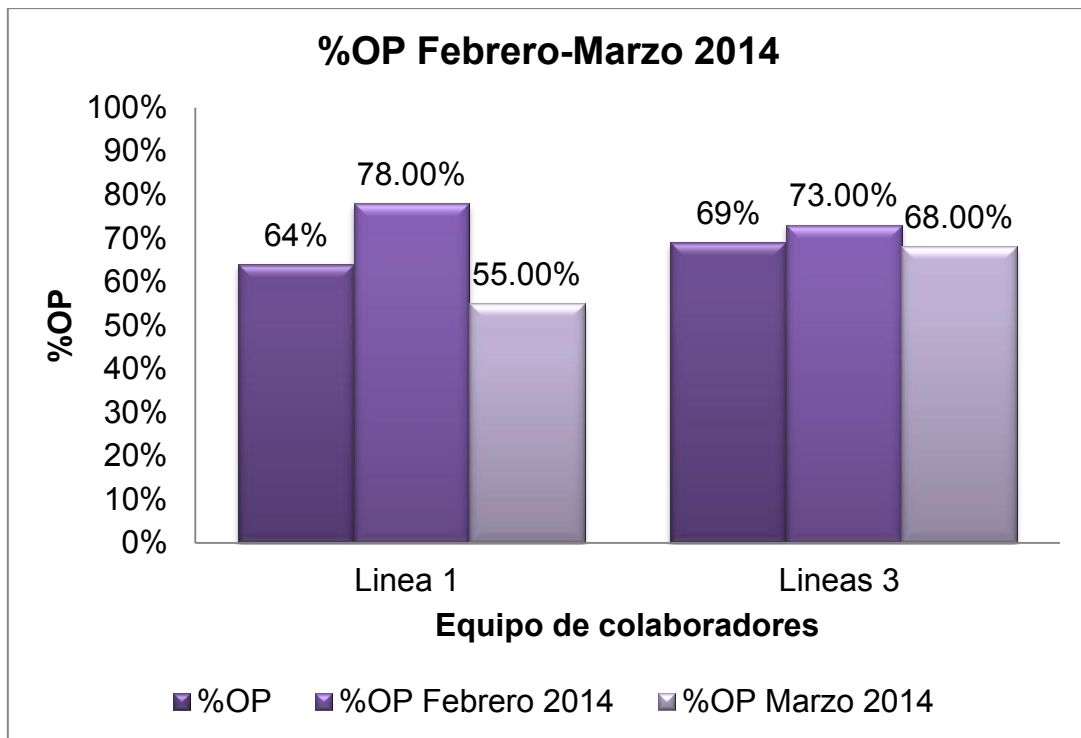


Gráfico 3. %OP Febrero y Marzo en Programa piloto.

En el Gráfico 3 se muestra el cumplimiento del indicador de %OP durante los meses de Febrero y Marzo (periodo del programa piloto) en relación con el objetivo del indicador para cada línea, en este caso solo se muestran las líneas 1 y 3 ya que solo en estas se realizó el programa piloto; en el Grafico 4 se representa el %OEE durante el mismo periodo para las máquinas de las líneas antes mencionadas en comparación con el objetivo.

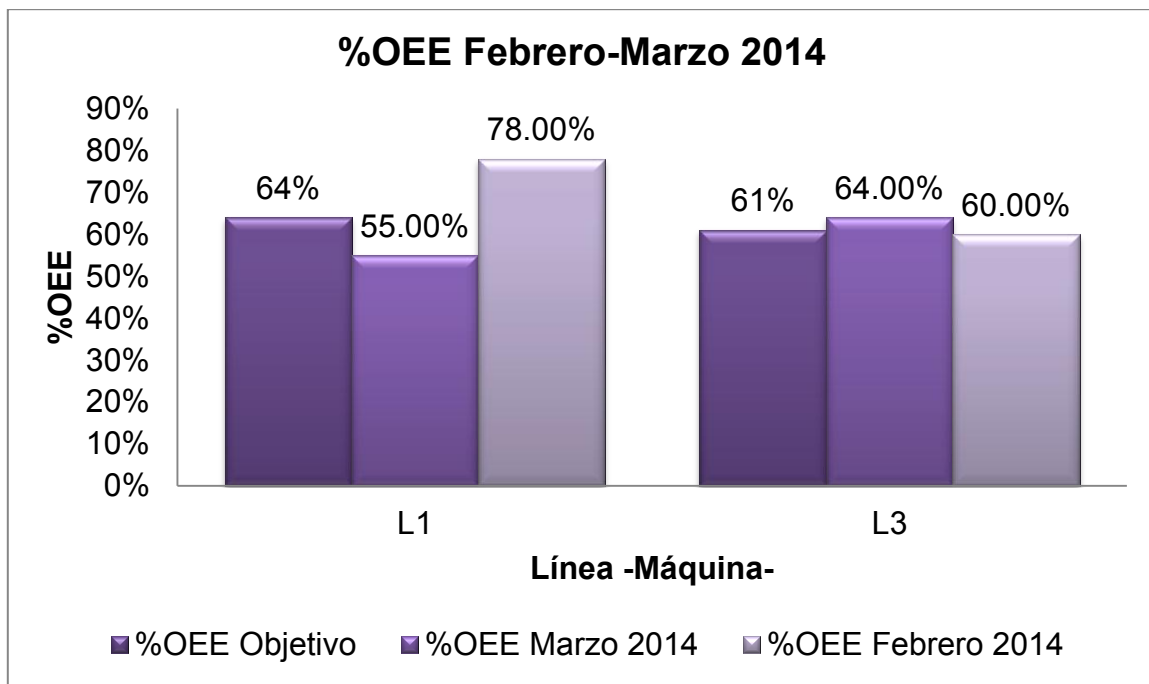


Gráfico 4. %OEE Febrero y Marzo en programa piloto.

De acuerdo al formato de asistencia y al ***gemba walk*** se obtuvo la información para el Gráfico 5 donde se representa el cumplimiento de las JIT's durante el programa piloto.

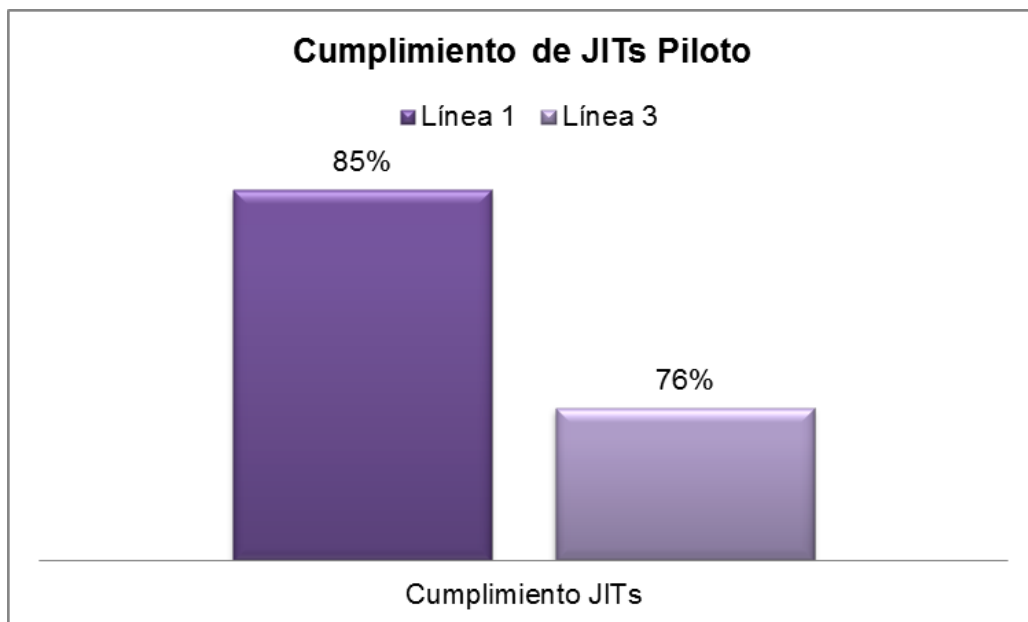


Gráfico 5. Cumplimiento de JITs en programa piloto.

A partir de un análisis con los equipos de colaboradores surgen los Gráficos 6 y 7 Diagramas de Pareto de causas que muestran los paros no programados detectados durante los procesos de acondicionamiento en las líneas 1 y 3 respectivamente, información que se muestra en los tableros de JIT's.

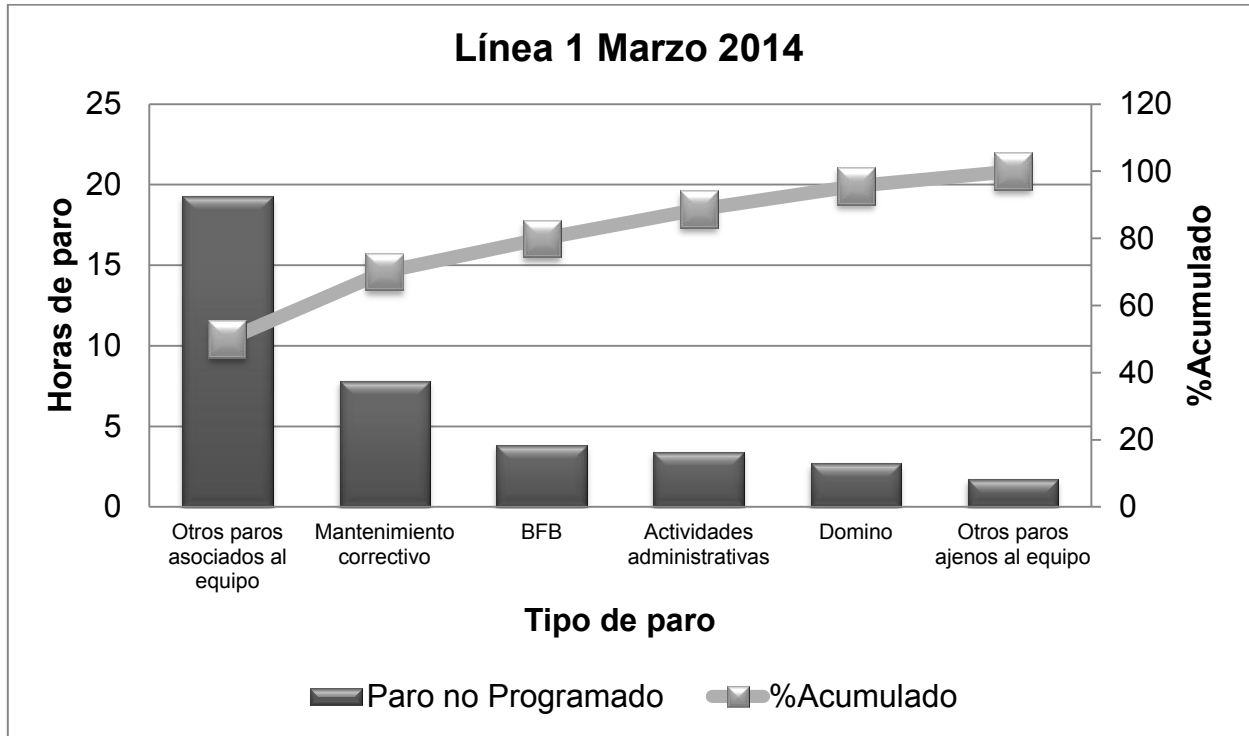


Gráfico 6. Diagrama de Pareto de causa de paros no programados en línea 1 durante el programa piloto para la implementación **Lean**.

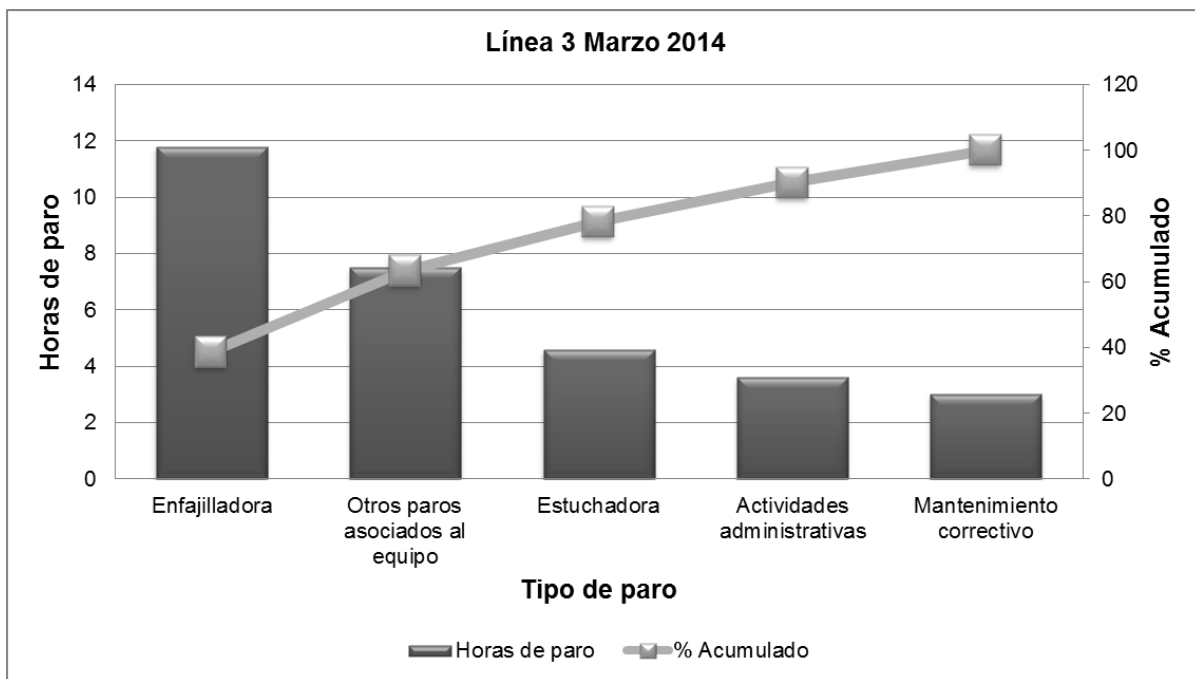


Gráfico 7. Diagrama de Pareto de causa de paros no programados en línea 3 durante el programa piloto para la implementación *Lean*.

3.2 IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN EN ACONDICIONAMIENTO DE SÓLIDOS ORALES

Una vez concluido el periodo piloto se procedió a la colocaron 6 tableros (Figura 17) en cada una de las líneas de acondicionamiento de sólidos orales. El análisis de indicadores se realizó del periodo de Abril a Junio 2014 ya que en este tiempo se implementó y capacitó al personal de las líneas de acondicionamiento de sólidos orales.

Como antes ya se mencionó, el seguimiento fue a través de indicadores de productividad. En el Gráfico 8 se representa la medición del %OP en las líneas de acondicionamiento donde se implementaron las JIT's.

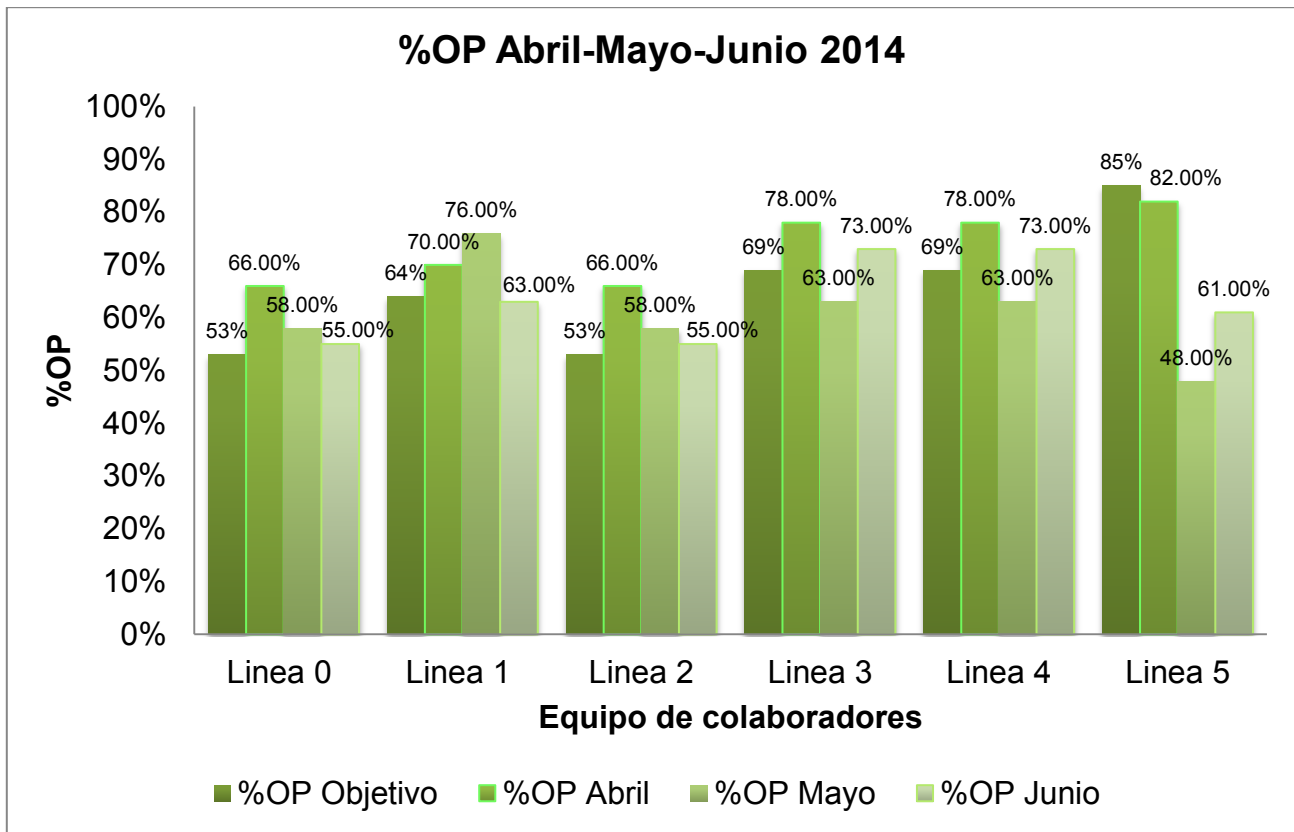


Gráfico 8. %OP de Abril a Junio 2014.

En el Gráfico 9 se presentan los resultados del cumplimiento del %OEE de las máquinas de las líneas de acondicionamiento 0, 1, 3 y 4 debido al cambio de máquinas en las líneas 2 y 5 durante el proyecto de implementación de las JIT's no fue evaluado este indicador de productividad y la falta dicho indicador en algún mes del resto de las líneas es debido al mantenimiento de la máquina.

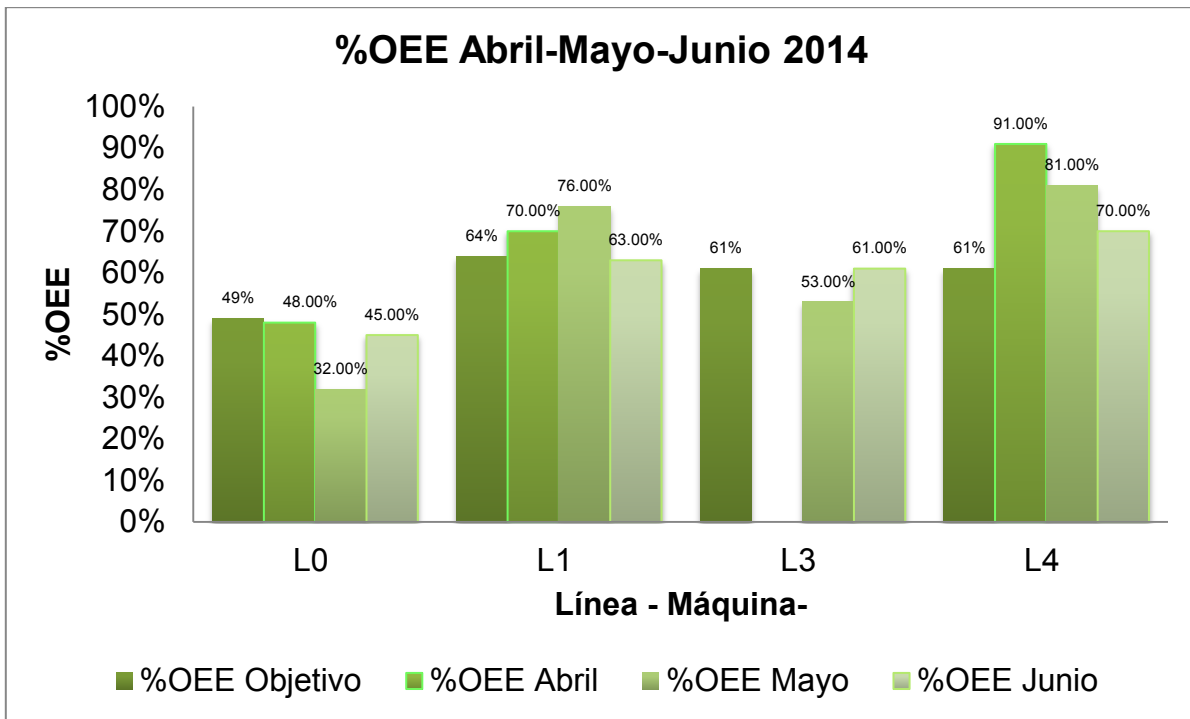


Gráfico 9. %OEE de Abril a Junio 2014. . Nota Línea 2 y 5 no se presentan por cambio de máquina.

De acuerdo al seguimiento establecido, el Gráfico 10 muestra el cumplimiento de las JIT's durante el periodo de Abril a Junio del 2014.

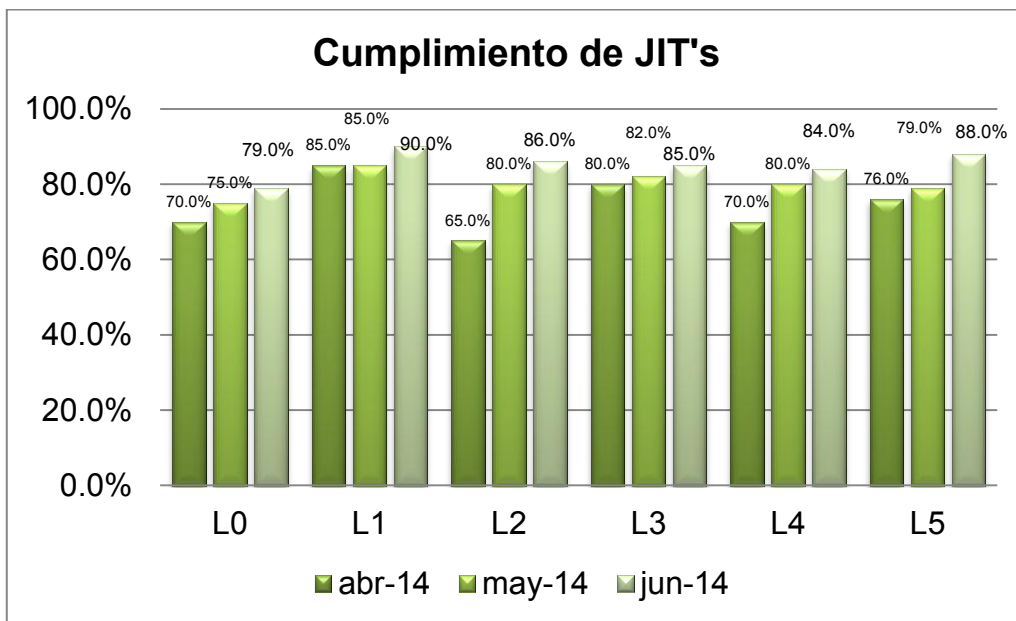


Gráfico 10 Cumplimiento de JITs en el periodo de implementación (Abril-Junio 2014).

En relación al seguimiento del alcance de los objetivos de los indicadores de productividad de las líneas de acondicionamiento se analizó qué líneas se encontraron con el menor desempeño con base en el objetivo y se revisan las causas raíces de la baja productividad en determinado periodo, los Gráficos 11, 12, 13 y 14 se presentan Diagramas de Pareto de causa de las líneas y el periodo con menor cumplimiento de alguno de los indicadores o de ambos.

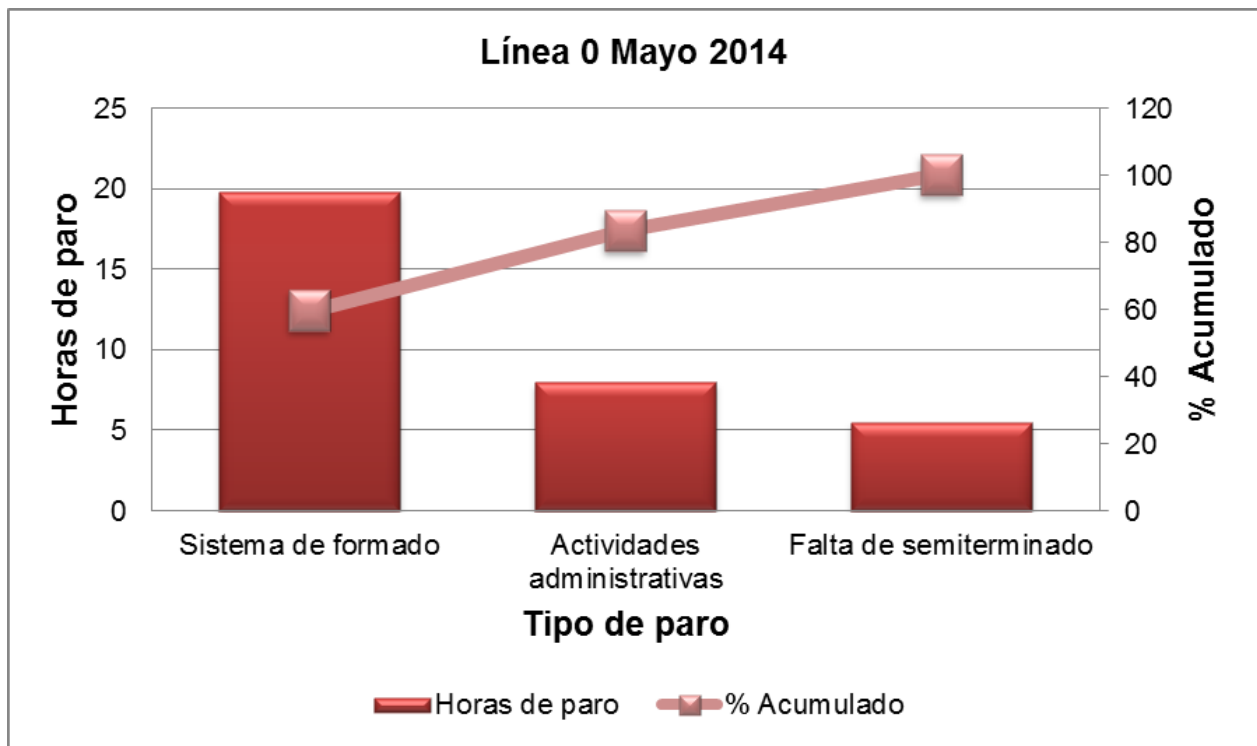


Gráfico 11. Diagrama de Pareto de causas de paros no programados Línea 0 durante el mes de Mayo 2014.

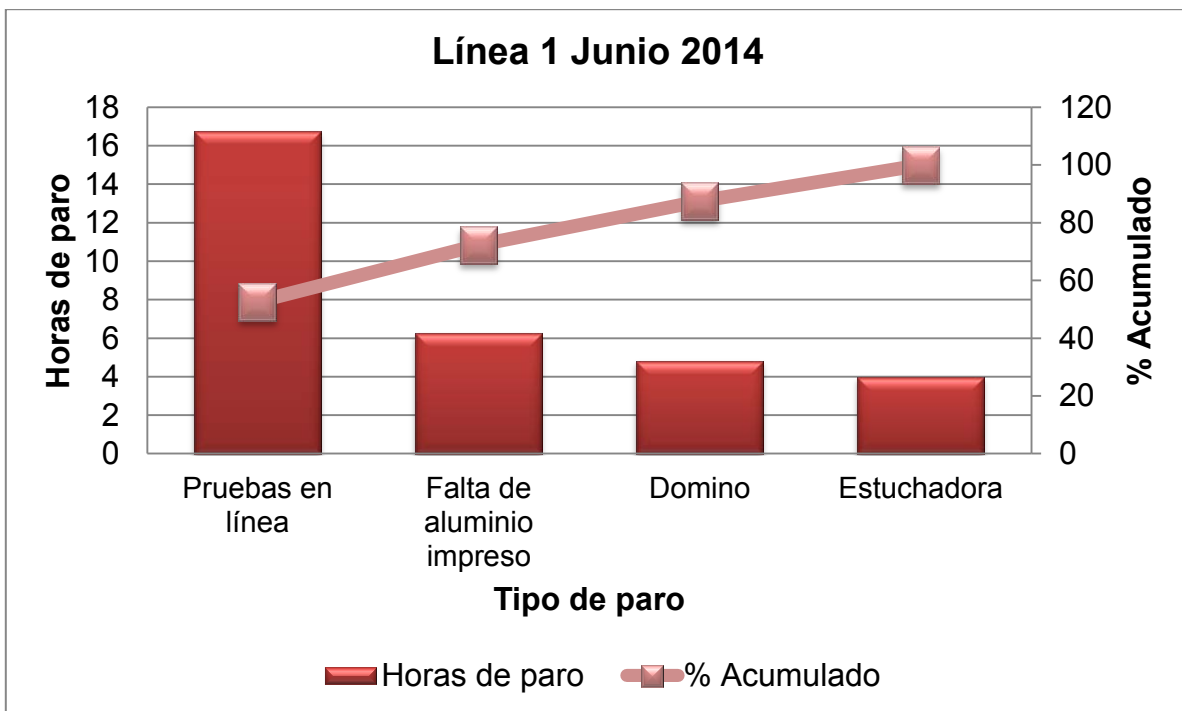


Gráfico 12. Diagrama de Pareto de causas de paros no programados Línea 1 durante el mes de Junio 2014.

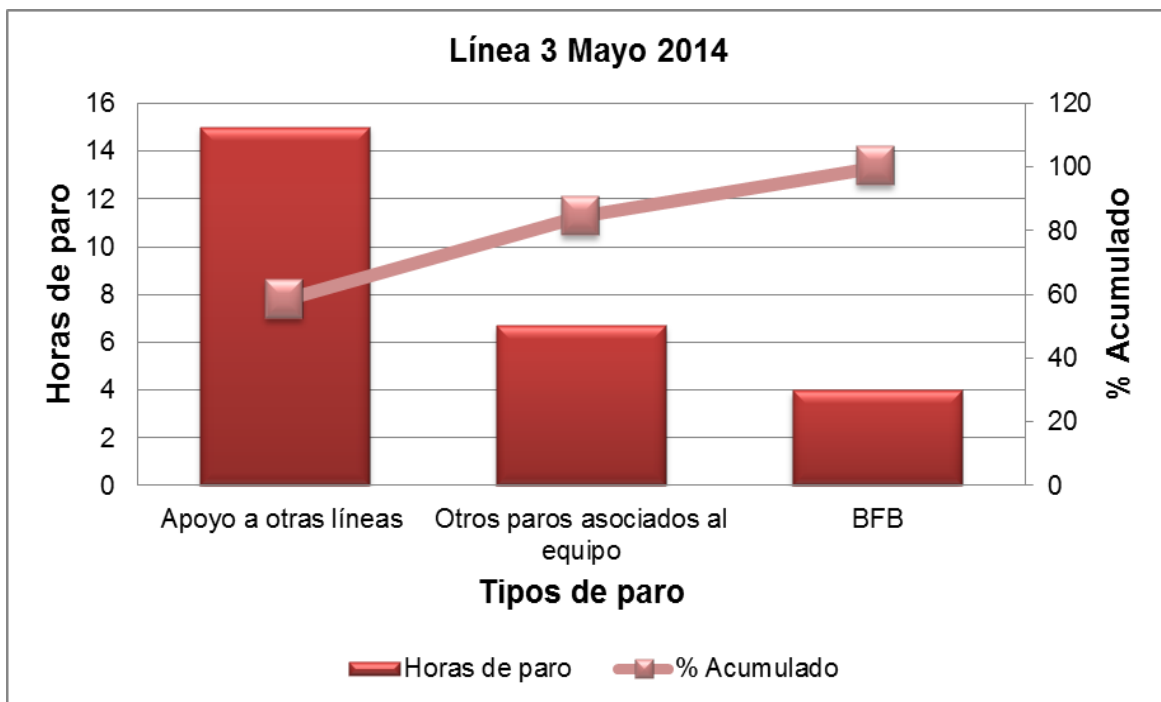


Gráfico 13. Diagrama de Pareto de causas de paros no programados Línea 3 durante el mes de Mayo 2014.

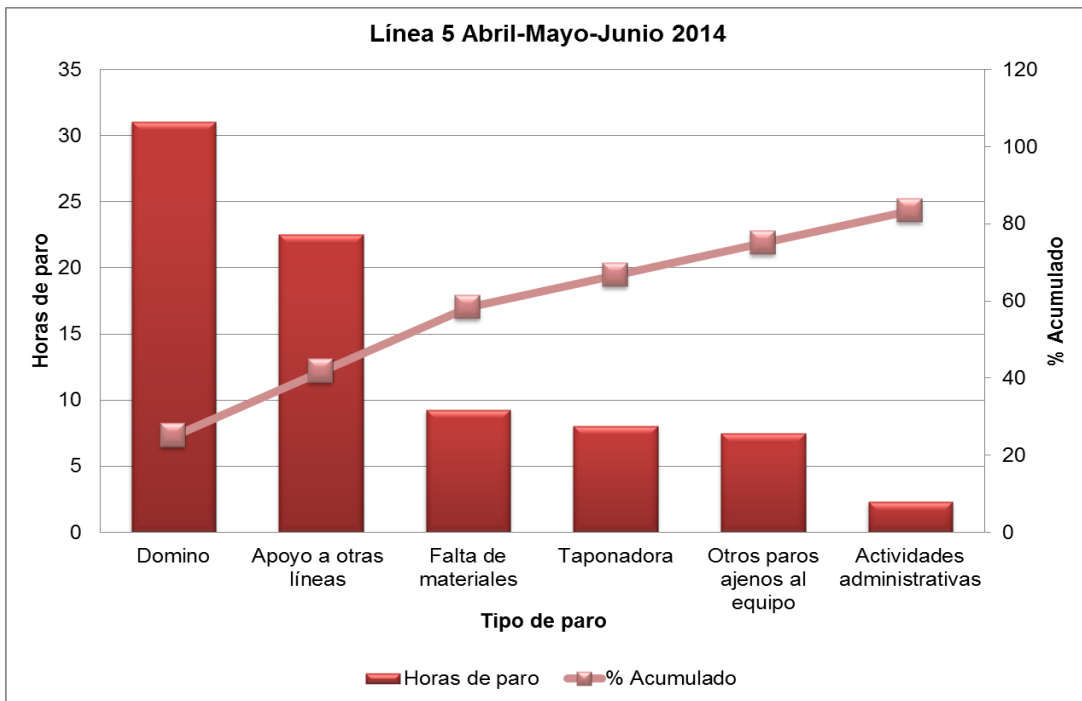


Gráfico 14. Diagrama de Pareto de causas de paros no programados Línea 5 durante Mayo-Junio 2014.

Como fase de seguimiento y cierre de implementación de JIT's se analizaron datos de Julio a Agosto 2014.

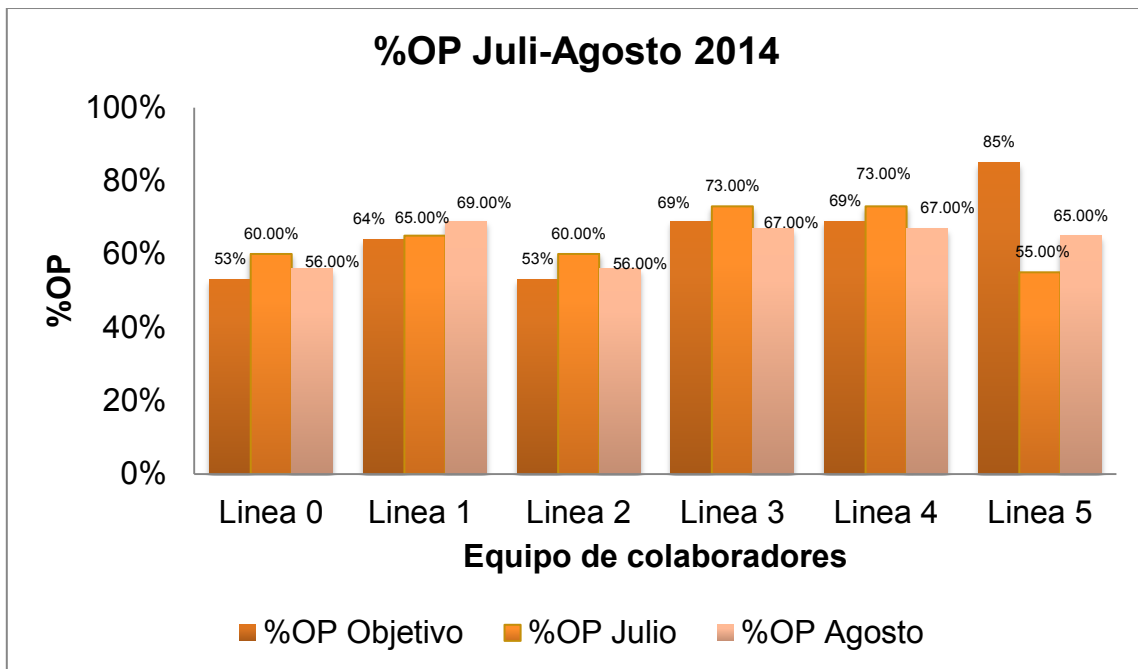


Gráfico 15. %OP de Julio a Agosto 2014.

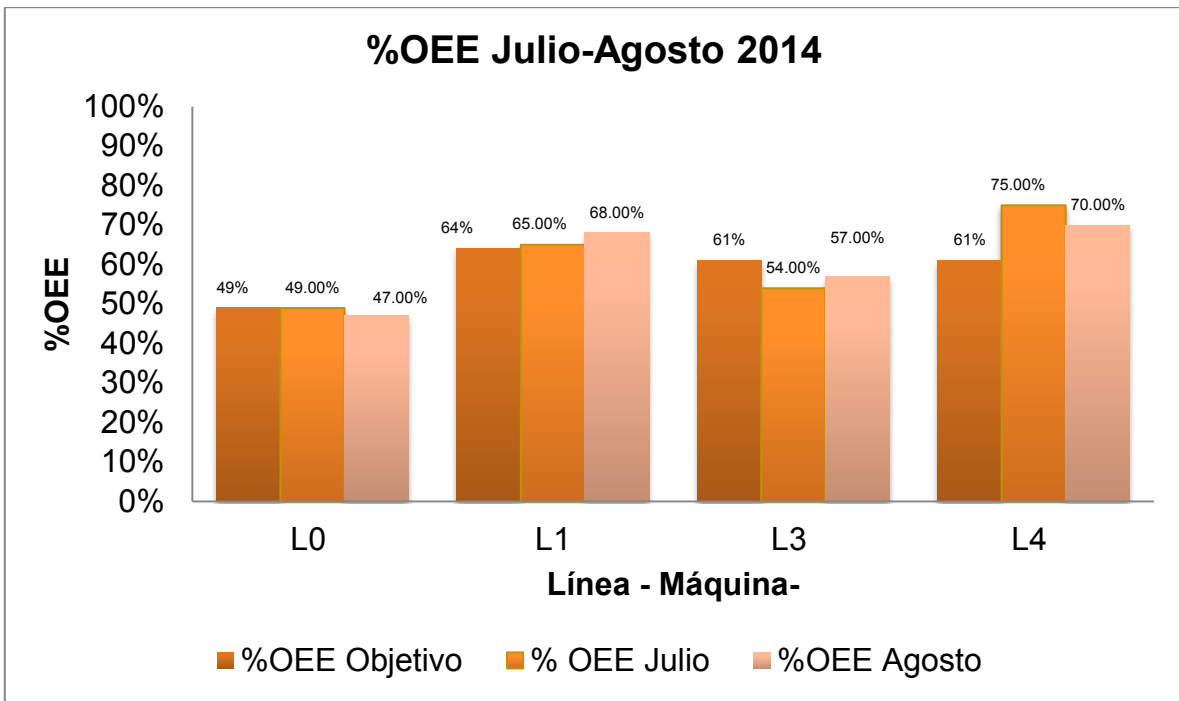


Gráfico 16. %OEE de Julio a Agosto 2014. . Nota Línea 2 y 5 no se presentan por cambio de máquina.

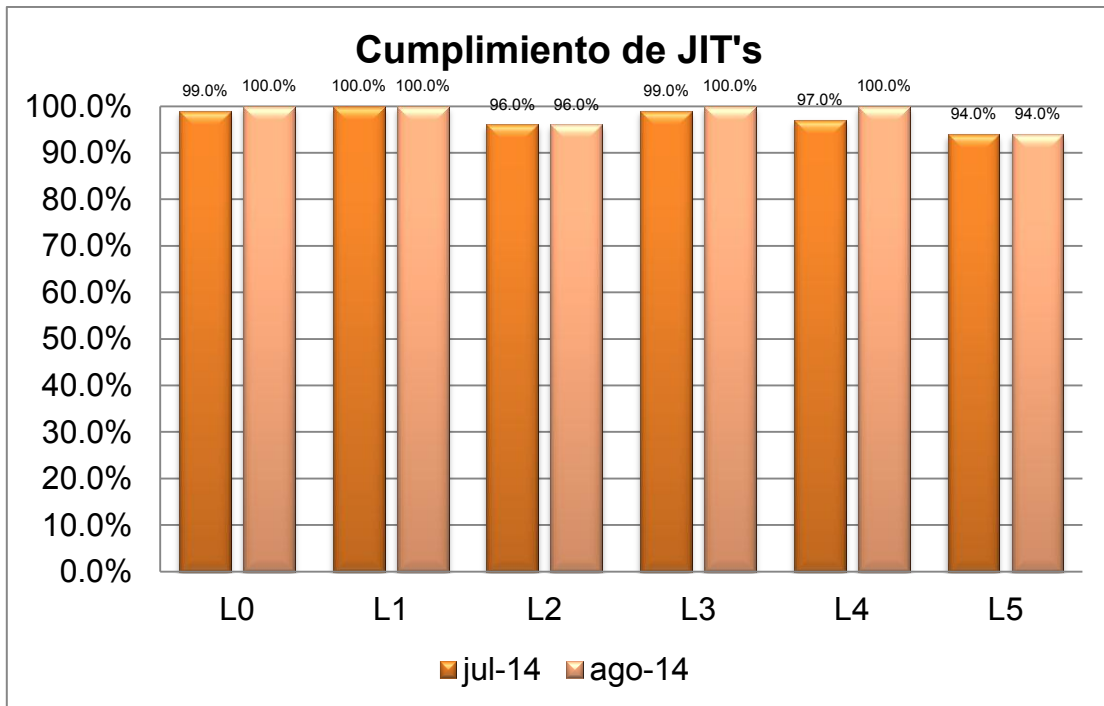


Gráfico 17. Cumplimiento de JIT's en periodo de seguimiento (Julio-Agosto 2014).

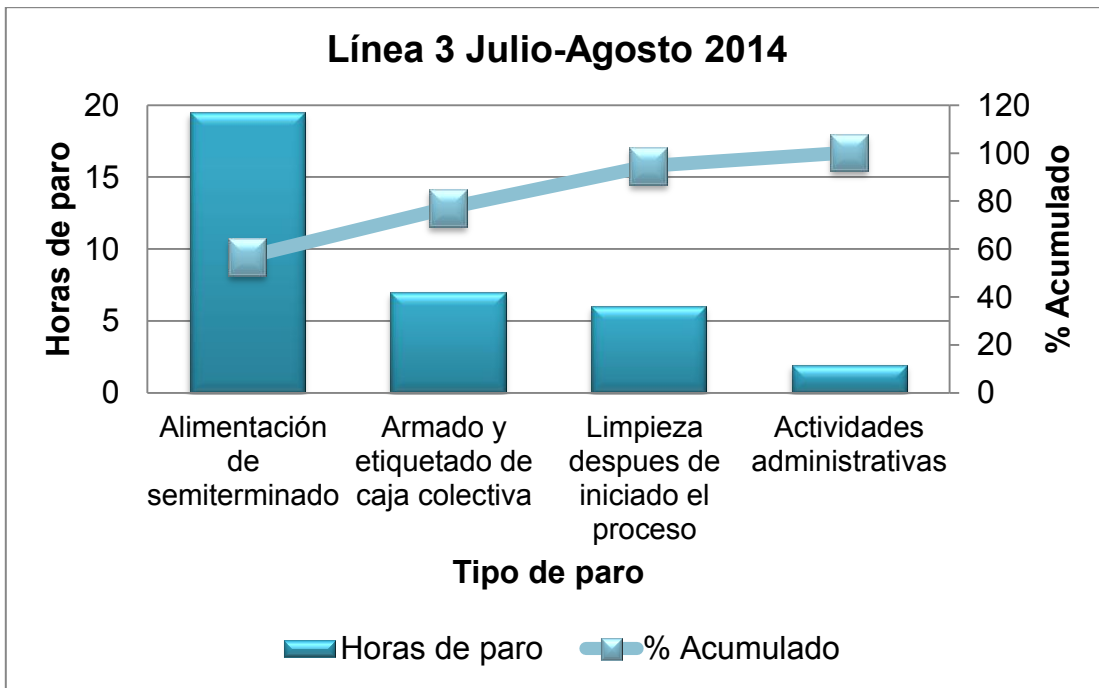


Gráfico 18. Diagrama de Pareto de causas de paros no programados Línea 3 durante Julio-Agosto 2014.

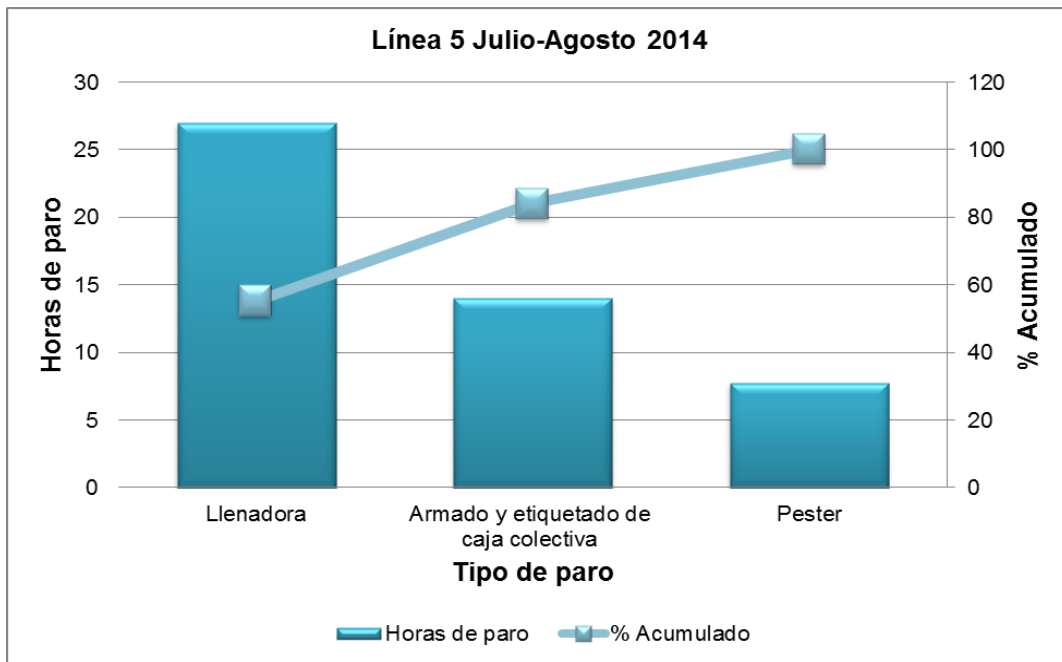


Gráfico 19. Diagrama de Pareto de causas de paros no programados Línea 5 durante Julio-Agosto 2014.

3.3 PAROS NO PROGRAMADOS

Durante todo el proyecto de implementación un factor de análisis fueron los paros no programados de las líneas de acondicionamiento de sólidos orales, para conjuntar las causas de paros no programados se generó la Figura 21 la cual es un diagrama de causas, dentro de este se muestran diversas causas que generan los paros no programados ya sea debidos por la máquina, métodos, materiales y mano de obra.

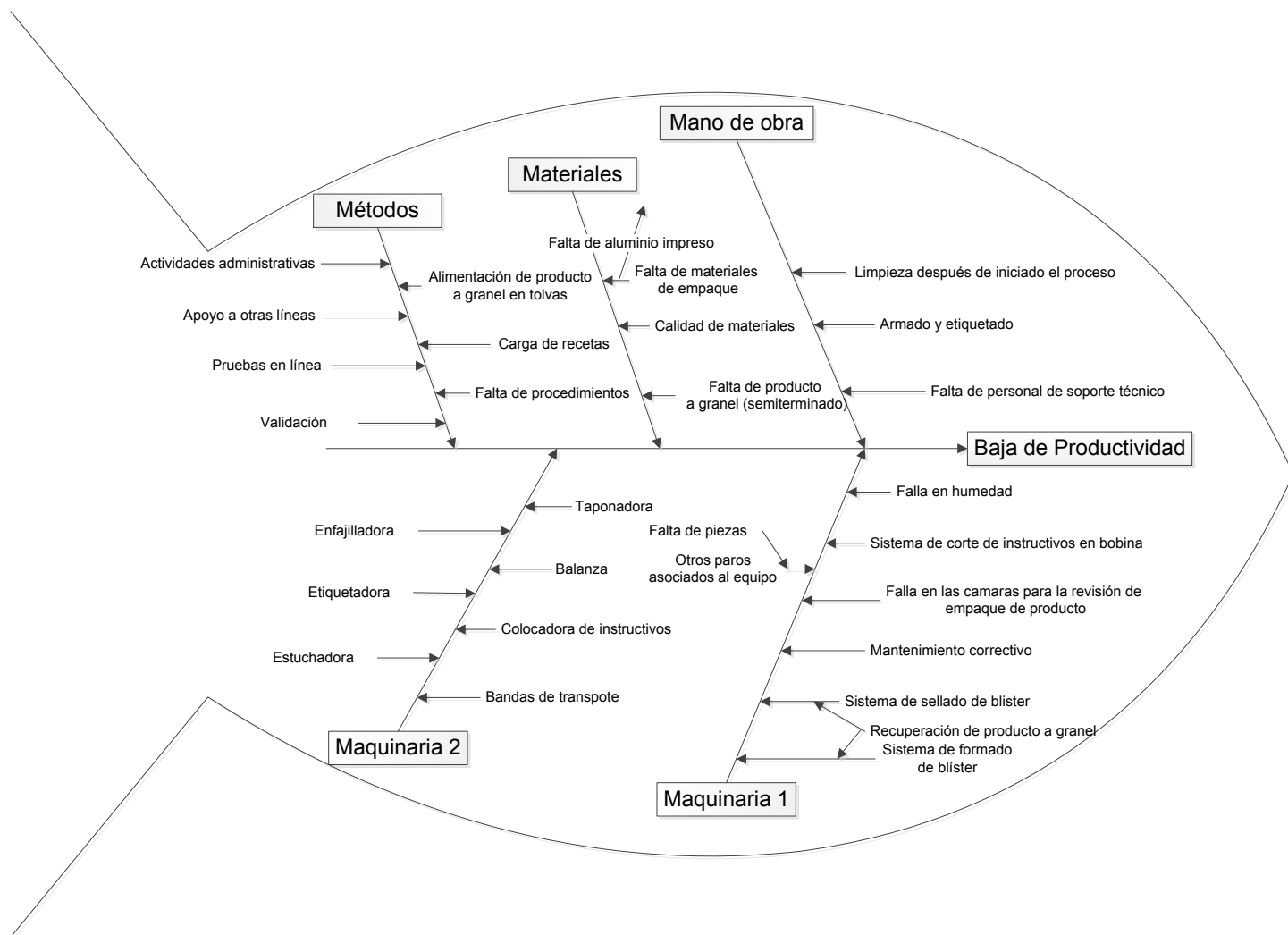


Figura 21. Diagrama Causa-Efecto, factores que generan baja productividad.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como ya se menciona, la implementación corrió por tres etapas:

1. Programa Piloto.
2. Implementación de JIT's en acondicionamiento sólidos orales.
3. Seguimiento de implementación a través del método Gemba Walk.

Previo a la ejecución del programa piloto se revisaron los indicadores de productividad %OP y %OEE del mes de Enero del 2014 con el fin de tener una referencia previa a dicha implementación, de esta manera se visualizó el panorama de alcance de los indicadores de productividad en las líneas de acondicionamiento sólidos orales; esto es de acuerdo a los objetivos que se establecen anualmente dentro de la organización. De acuerdo al Gráficos 1 se puede observar que el cumplimiento del %OP se logró en todas las líneas excepto la línea 5 esto es debido a un cambio de máquina de acondicionamiento lo que implica que los operadores se encuentran en una curva de aprendizaje; mientras que en el Gráfico 2 el %OEE se alcanzó en todas las líneas, cabe recordar que las líneas 2 y 5 al ser maquinas nuevas no se realizara la medición de este indicador. La razón de implementación de este proyecto es la búsqueda de optimización de los procesos para el incremento de la productividad y esto solo puede lograrse a través de la comunicación que genera un conocimiento de áreas de oportunidad en los procesos de acondicionamiento de sólidos orales.

El programa piloto se realizó solo en las líneas 1 y 3 de acondicionamiento de sólidos orales. Para el seguimiento del programa piloto se generó y usó una lista de asistencia que constaba de las siguientes secciones:

- Nombre y rol dentro de la reunión diaria
- Turno
- Objetivo del día
- Resultado de piezas acondicionadas al final del turno

Con la información recabada mediante este formato y el **Gemba Walk** se realizó el Gráfico 5, que refleja el cumplimiento de las JIT's durante el programa piloto y en donde se puede observar que el desempeño fue del 85% y 76% de la línea 1 y 3 respectivamente, esto es reflejo de la capacitación y el seguimiento dado por los líderes del área.

De acuerdo al análisis de indicadores para las líneas piloto se muestra que para el mes de Febrero ambas líneas lograron el objetivo del %OP (Gráfico 3) y %OEE (Gráfico 4), mientras que para el mes de Marzo ambas líneas no cumplieron el %OP, siendo de 55% para la línea 1 y de 68% para la línea 3, en los Gráfico 6 y 7 se muestran las causas de paros no programados para el mes de Marzo que pueden ser la razón de la disminución de ambos indicadores, de acuerdo a estos Gráficos, la línea 3 tuvo como causa frecuentes de paro no programado: problemas con la enfajilladora y otros paros asociados al equipo, estos paros no se reflejan en el %OEE (Gráfico 4) debido a la aplicación de acciones correctivas en la línea; la línea 1 para el mismo mes tuvo un %OEE por debajo del objetivo por lo que se analizaron las causas de paro (Gráfico 6) mediante el diagrama de Pareto de causas de la línea 1, los factores principales de paros son causas relacionadas con los equipos, mostrando congruencia ante la disminución del indicador.

Posterior al programa piloto, del mes de Abril a Junio del 2014 se inició la implementación de los tableros (Figura 17) en el resto de las líneas de acondicionamiento sólidos orales, ya que la filosofía **Lean** se basa en la eliminación de desperdicios, la hoja de asistencia (Figura 16) al clasificarse como un re-trabajo fue eliminada de las reuniones diarias y del seguimiento de las mismas, basados en el "Sistema de Trabajo **Lean**" (Figura 20) se realizaron **Gemba Walk** que generan el seguimiento al cumplimiento de las JIT's que se representa en el Gráfico10, para este periodo se observa que durante el primer mes el cumplimiento de las reuniones diarias oscila entre un 65 y 70 por ciento esto debido a la curva de aprendizaje requerida por los usuarios. En los siguientes dos meses se observa un apego al cumplimiento de JIT's y un cambio en el cumplimiento de los indicadores %OP y %OEE como se muestra en los Gráficos 8 y 9 respectivamente, siendo las líneas 0, 1, 3 y 5 los equipos de trabajo con disminución de %OP y las líneas 0, 1 y 3 las máquinas con bajo desempeño del %OEE, de acuerdo a los Gráficos 11, 12, 13 y 14 (diagramas de Pareto de causa) las principales causas de paro son

debidas a fallas del equipo, apoyo a otras líneas y falta de algún material, estos factores conducen a propuestas de implementaciones **Lean** como SMED.

Durante el seguimiento y cierre de la implementación (Julio y Agosto del 2014), las líneas de acondicionamiento de sólido orales se muestran constantes en la realización de JIT's como se observa en el Gráfico17, dato que respalda el cumplimiento de %OP (Gráfico 15) y %OEE (Grafico 16), excepto la línea 5 respecto al %OP y las líneas 3 y 5 para él %OEE, que de acuerdo a los Gráficos 18 y 19 las causas relacionadas con la máquina, apoyo a otras líneas y actividades de armado y etiquetado de caja colectiva son razones para el efecto de la disminución del %OP para el caso de la línea 5 y disminución de %OEE en línea 3 y 5

Debido a que él %OP y %OEE se encuentra sujeto al desempeño del equipo (humano y máquina) se generó un análisis de causas raíces que impactan el cumplimiento del %OP y %OEE, en la Figura 21 se muestra un diagrama de Causa-Efecto proveniente de los análisis de causas raíces de paros no programados durante la implementación de JIT's, en éste se logra identificar que la mayoría de las causas de la baja de productividad son debidas a las máquinas, situación que además de disminuir el %OP y %OEE, genera un estrés en la cadena productiva y un trasfondo económico.

5. CONCLUSIONES

Implementar herramientas **Lean** dentro de una área operativa, es solo la punta del iceberg para la generación de un sistema basado en la comunicación y la mejora continua, cambiando un esquema de acciones correctivas a acciones preventivas; poner a la vista las áreas de oportunidad que existen en la cadena productiva es una situación que requiere de un cambio cultural, es por ello que la implementación de las Juntas de Inicio de Turno (JIT's) buscó una comunicación constante entre los integrantes de la línea, hacer visible el estado de las mismas y difundir la información a otros niveles dentro de la organización logrando que el resto de las áreas se encuentren informadas y desencadenen la optimización de procesos y la eliminación de desperdicios.

La generación de un programa piloto permitió la integración de equipos, que cumplió con el objetivo común de aportar ideas y necesidades para la ejecución de reuniones diarias (Juntas de Inicio de Turno), direccionando el proyecto a la mejora continua y a la eliminación de desperdicios, esta actividad les permitió visualizar la importancia de sus actividades dentro de la cadena productiva, eliminando la visión del cumplimiento de %OP y %OEE como un número más que califica y generando una cultura de búsqueda de estrategias y mejoras al establecer el objetivo del día.

Mediante el “Sistema de Trabajo **Lean**” y el análisis de causas raíces de paros no programados (identificación de desperdicios), se han podido generar una cultura de mejora continua, buscando la resolución y disminución de paros no programados que puedan impactar los indicadores de productividad (%OP y %OEE). Implementaciones de este tipo impulsan a la aplicación de otras herramientas **Lean** como SMED, TPM, VSM y Kaizen para la eliminación de desperdicios debidos a maquinaria, mano de obra y métodos.

Bibliografía

- Alkhafaji, A. (1994). *Competitive Global Management - Principles and Strategies*. Estados Unidos de Norteamérica: CRC Press.
- Alviso Cruz, A. D. (2005). *MRP II Evolución y desarrollo*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Benvenuto V., Á. (2006). Implementación de sistemas ERP, su impacto en la gestión de la empresa e integración con otras TIC. *Capiv Review*, 33-47.
- Carril Obiols, J. (2011). *Zen coaching: Un nuevo método que funde la cultura oriental y occidental para potenciar al máximo tu vida profesional y personal*. Madrid: Díaz de Santos.
- Castillo, C. S. (2008). *Gestión de la calidad total con enfoque en la metodología seis sigma: caso de aplicación de herramientas operativas a empresa de fabricación de dispositivos médicos*. México D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chapman N., S. (2006). *Planificación y control de la producción* (1er ed.). México D.F: Pearson Educación.
- Cuatrecasas Arbós, L. (2012). *Procesos en flujo Pull y gestión Lean. Sistema Kanban: Organización de la producción y dirección de operaciones*. México: Ediciones Díaz de Santos.
- Cuatrecasas Arbós, L. (2012). *Gestión de la calidad total: Organización de la producción y dirección de operaciones*. México D.F: Ediciones Díaz de Santos.
- Cuatrecasas, L. (2010). *Lean Management: La Gestión Competitiva por Excelencia*. Barcelona: Profit.
- De la Fuente García, D., & Fernández Quesada, I. (2005). *Distribución en planta*. Madrid: Universidad de Oviedo.
- Guajardo Garza, E. (2008). *Administración de la calidad total*. México: Pax México.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México: Mc Graw Hill.
- Hernández, P., & Pedro, R. (2013). *Lean Manufacturing como estrategia competitiva. Experiencias en el desempeño productivo de las empresas manufactureras en los municipios de Cuautitlán Izcalli, Naucalpan de Juárez y Tlalnepantla de Baz. (Tesis Maestría en Ingeniería)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hollister, C. V. (2013). *Best Practices for Credit-Bearing Information Literacy Courses*. Estados Unidos de Norteamérica: Assoc of Collge & Rsrch Libr.
- Jeffrey K., L. (2010). *Las claves del éxito de toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo* (1er ed.). España: Mc Graw Hill.
- Juárez Gómez, V. (2009). *Propuesta para implementar metodología 5's en el departamento de cobros de la subdelegación Veracruz norte IMSS*. México: Universidad Veracruzana.
- Olavarrieta de la Torre, J. (1999). *Conceptos generales de productividad, sistemas, normalización y competitividad para la pequeña y mediana empresa* (1er ed.). México D.F: Universidad Iberoamericana.

- Rajadell, M., & Sánchez, L. J. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- Reséndiz Olguin, E. (2009). *Lean Manufacturing como un Sistema de Trabajo en la Industria Manufacturera: Un Estudio de Caso*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rueda, B. (2014). *Círculo de la Productividad*. Distrito Federal, México.
- Rueda, L. (2007). *Aplicación de la metodología seis sigma y lean manufacturing para la reducción de costos, en la producción de jeringas hipodérmicas desechables*. México, D.F.: Escuela superior de comercio y administración, IPN.
- Sánchez, M., Francisco, T., & al., e. (2006). *Mantenimiento mecánico de máquinas*. *Universitat Jaume I*.
- Serral Belenger, J. A., & Bugueño Bugueño, G. (2004). *Gestión de calidad en las pymes agroalimentarias*. Valencia: Univ. Politéc.
- Summers, D. (2006). *Administración de la calidad*. México: Pearson Educación.
- Suñe Torrents, A., Gil, V. F., & Arcusa Postils, I. (2010). *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*. Madrid: Díaz de Santos.
- Villar López, A., & Camisón Zornoza, C. (2009). Los modelos organizativos de la producción reticular e integrado en la empresa industrial española: rasgos definitivos y desempeño. *Universia Business Review*, 84-101.
- William, M., & James, R. (2005). *Administración y control de la calidad*. México D.F.: PM Impresores.

Referencias

- (s.f.). Recuperado el 28 de Febrero de 2015, de
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30143/fichero/CAPITULO2.pdf>