

Guía rápida para
**Implementar
Lean Manufacturing
en mipymes**

Mónica P. Sarria Yépez Guillermo A. Fonseca Villamarín Jaime A. Delgado Cifuentes

LOS AUTORES

Mónica Patricia Sarria Yépez

Ingeniera de Producción, Magíster en Logística Integral y Operaciones, docente de la Facultad de Ingeniería e investigadora Grupo de Investigación KIMSA de la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium, Cali (Colombia).
Correo electrónico: msarria@unicatolica.edu.co

Guillermo Alberto Fonseca Villamarín

Ingeniero de Producción, Magíster en Logística Integral, docente de la Facultad de Ingeniería e investigador Grupo de Investigación KIMSA de la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium, Cali (Colombia).
Correo electrónico: gfonseca@unicatolica.edu.co

Jaime Alberto Delgado Cifuentes

Ingeniero Industrial, Especialista en Sistemas Gerenciales, candidato a Magíster en Administración, docente e investigador Grupo de Investigación KIMSA de la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium, Cali (Colombia).
Correo electrónico: jadelgado@unicatolica.edu.co

national Interdisciplinary Business-Economics Advancement Conference, (p. 213).

Valencia J., Lambán M. & Royo J. (2014). Modelo analítico para determinar lotes óptimos de producción. *DYNA*, 62-70.

Vásquez, P. A. (2007). Retrieved from <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/936/1/6585P438d.pdf>

Velásquez, R. P. (2011). Retrieved from http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/12316/PFC_Raul_Perez_Velazquez.pdf

Vincent W. Howell. (2015). Building long-term success for your lean initiative. *Ceramic Industry*, 26-29.

Womack J. P., et al. (1990). *Machine that changed the world*. Madrid: S.A. McGraw-Hill.

Womack James P. & Jones Daniel T. (2003). *Lean Thinking. Como utilizar el pensamiento Lean para eliminar despilfarros y crear valor en la empresa*. Madrid: Gestión.

Guía rápida para **Implementar Lean Manufacturing en mipymes**

Mónica P. Sarria Yépez Guillermo A. Fonseca Villamarín Jaime A. Delgado Cifuentes



UNICATÓLICA
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CATÓLICA
LUMEN GENTium

Guía rápida para implementar Lean manufacturing en mipymes

© Mónica Patricia Sarria Yépez, Guillermo Alberto Fonseca Villamarín, Jaime Alberto Delgado Cifuentes

© 2017 Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium UNICATÓLICA

ISBN 978-958-56063-1-9

Primera edición, abril de 2017

Grupo de Investigación KIMSA
Facultad de Ingeniería

Canciller
Mons. Darío de Jesús Monsalve Mejía

Rector
Pbro. Carlos Alfonso López Antolínez

Vicerrectora Académica
Luz Elena Grajales López

Director de Investigaciones
Fabio Alberto Enríquez Martínez

Gestión editorial
Sello Editorial UNICATÓLICA

Coordinación Programa Editorial
Paula Andrea Abadía Ruiz

Diagramación e impresión
Trade Marketing Express
Cali, Valle del Cauca - Colombia

Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium
Cra. 122 No. 12 - 459 Pance
www.unicatolica.edu.co
Cali, Valle del Cauca - Colombia

*En contenido de esta publicación no compromete el pensamiento de las instituciones, es responsabilidad absoluta de sus autores.
Este libro no podrá ser reproducido en todo o en parte, por ningún medio impreso o de reproducción sin permiso escrito de los titulares del copyright.*

- Kim, S. H. & Jang, K. J. (2002). Designing performance analysis and IDEF0 for enterprise modelling in BPR. *International Journal of production economics*, 76 (2), 121-133.
- Knowledge Based Systems Inc. (2010). <http://www.ideal.com/IDEF0.htm>. Retrieved from <http://www.ideal.com/IDEF0.htm>: <http://www.ideal.com/IDEF0.htm>
- López Acosta, M., Martínez Solano, G., Quirós Morales A. & Sosa Ochoa J. (2011). Balanceo de Líneas Utilizando Herramientas de Manufactura Esbelta. *Revista El Buzón de Pacioli, Número Especial* 74, 1-22.
- López, E. M. (2016). Análisis del impacto en la aplicación de las metodologías de la manufactura esbelta en las pymes de la región centro de Coahuila. *Revista Global de Negocios*, 4 (1), 99.
- Miller, J. Wroblewski M. & Villafuerte J. (2014). *Creating a Kaizen Culture*. New York (US): McGraw-Hill Education.
- Ohno, T. (1991). *El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala*. Madrid: Gestión.
- OIT. (2005). *Guía II Estrategia. Un enfoque estratégico para la administración de las organizaciones de empleadores*. Ginebra-Suiza: Oficina Internacional del Trabajo.
- Pujo, P. E. (2015). Experimental assessment of the productivity improvement when using U-shaped production cells with variable takt time. *International Journal of Lean Six Sigma*, 17-38.
- Quesada-Pineda H. Buehlmann U. & Arias E. (2012). Pensamiento Lean: Ejemplos y Aplicaciones en la Industria de Productos de Madera. *Virginia Cooperative Extension-Virginia Polytechnic Institute and State University*, 1-17.
- Rave, J. I. (2015). Micro-world of" the airplane of the muda": A systemic approach to lean. *Ingeniería Industrial*, 36(3), 238-252.
- Schein, E. (2010). *Organizational Culture and Leadership*. San Francisco (US): Jossey- Bass A Wiley Print.
- Serrano Lasa, I. O. (2008). An evaluation of the value stream mapping tool. *Business Process Management Journal*, 39-52.
- Sifuentes, A. M. (2016). Implementación de la metodología lean-sigma para la reducción de tiempos de preparación de maquinaria. *CULCyT*, (57).
- Tekin, M. Y. (2015). Implementantion of Lean Manufacturing Philosophy and Techniques in a Textile Business. *In Inter-*

- Cotón, S. H. (2016). El análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en un grupo de empresas del estado de Jalisco. *Mercados Y Negocios*, 11, 1665-7039.
- Deming Institute. (2015, 11 05). *The W. Edwards Deming Institute*. Retrieved 11 05, 2015, from The W. Edwards Deming Institute: <https://www.deming.org/theman/theories/pdsacycle>
- Espinosa, J. C. (2015). Desarrollo y casos de aplicación de Lean Manufacturing. *Magazín Empresarial*, 33-44.
- Filip, F. C.-K. (2015). The 5S lean method as a tool of industrial management performances. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 012127.
- Gómez, B. P. (2010). Lean Manufacturing: flexibilidad, agilidad y productividad. *Gestión & Sociedad*, 77-88.
- Haun, J. M. (2015). Implementing Kaizen in the Workplace: A Case Study. *International Journal of Management & Behavioural Sciences (IJMBS)*, 321.
- Hernández, L. L. (2015). Impacto de las reformas estructurales en la gestión del nuevo pensamiento empresarial en México. *Global Conference on business & Finance Proceedings* (pp. 1352-1362). Las Vegas: EBSCOhost.
- Hines, P. & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. Cardiff-UK: LeanEnterprise Research Centre, Cardiff Business School.
- Hines, Peter & Rich Nick. (1997). Siete herramientas del mapeo de flujo de valor del sistema. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 17. (1), 46-64.
- ILPES-CEPAL. (2004). *Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social*. Retrieved 09 21, 2015, from www.ilpes.org: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/9942/S0400007_es.pdf?sequence=1
- Ishikawa, K. (1986). *Guide to quality control*. Tokio: Asian Productivity Organization.
- Jeston, J. & Nelis, J. (2008). *Business process management*. Oxford UK: ELSEVIER.
- Jiménez Sánchez, J. (2015). El inductor-pdc enfocado a medir el crecimiento y generación de valor para la pyme. *Dimensión Empresarial*, 151-165.
- Kaplan, R. & Norton, D. (2000). *Cuadro de mando integral*. Barcelona: Gestión.

INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto de investigación de la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium “Caracterización del estado de implementación de Lean Production en Colombia” se encontró que el 40% de los encuestados no conocía claramente en qué consiste la filosofía de Lean, y que el 40% considera que son prácticas complicadas y costosas de implementar.

Por lo anterior, surgió la idea de crear una guía de ágil implementación de Lean dirigida a pequeñas empresas que les permitiera, en un lenguaje sencillo, comprender la teoría acerca del tema y, al mismo tiempo, acercarlos, con ejemplos y matrices de fácil entendimiento, a la implementación de las prácticas Lean más representativas y de uso recomendable en sus organizaciones.

El público objetivo son, pues, las mipyme que creen que esta filosofía es solo para las grandes empresas. Por ello, en la redacción de los capítulos de este libro se ha usado un lenguaje ameno (no académico) con pocas citas para no entorpecer la lectura (aunque en la elaboración de los temas se consultaron artículos de Science Direct, Elsevier, Dialnet, Redalyc, Ebsco, entre otras).

El libro comprende cuatro capítulos: el primero, “Preparando el camino”, busca hacer conciente al lector de la importancia de obtener el compromiso de la gerencia como base fundamental para una exitosa implementación de las prácticas Lean, así como de realizar un adecuado diagnóstico que incluya la parte finan-

ciera. En el segundo capítulo, “Planificando la ruta”, se trabaja la identificación de despilfarros y la selección del área piloto en la que se desarrollarán las prácticas Lean. El tercer capítulo, “Implementando Lean”, presenta una breve explicación de las prácticas 5S, SMED, Kanban, Takt time y Kaizen; para cada una de ellas ofrece ejemplos y formatos que sirven de guía en cada etapa de implementación. Los formatos son solo una base y pueden ajustarse a las características de la empresa. El último capítulo, “Sincronizando el sistema”, sustenta, con ejemplos prácticos, la importancia de la reducción del tamaño del lote y el balanceo de línea, como complemento del Lean manufacturing.

REFERENCIAS

- Abolhassani, A. H. (2016). Lean and US manufacturing industry: popularity of practices and implementation barriers. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 65(7).
- Alonso Escudero, L. A. (2016, enero 05). Propuesta de disminución de productos dañados durante el proceso de importación, en la división de cereales de una empresa de alimentos de consumo masivo. TESIS. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - UPC.
- Ang, A. (2015). A performance comparison of single product kanban control systems. *International Journal of Production Management and Engineering*, 57-74.
- Ballesteros, D. P. (2008, septiembre). Universidad Tecnológica de Pereira. Retrieved from <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/3203/1835>
- Cabrera, R. (2012). *Lean manufacturing simplificado para pymes*. Berlin, Alemania: Editorial Academia Española.
- CEPAL. (2014). *Fortalecimiento de las cadenas de valor como instrumento de la política industrial metodología y experiencia de la CEPAL en Centroamérica*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Cheser, R. (1998). “The Effect of Japanese Kaizen on Employee Motivation in US Manufacturing”. *The International Journal of Organizational Analysis* 6 (3), 197-217.

CONTENIDO

Capítulo 1. Preparando el camino	9
Apoyo de la gerencia y selección del equipo líder	11
Análisis del contexto de la mipyme.	16
Definición de metas financieras	17
Ciclo PDSA (PHVA).....	20
Análisis DOFA.....	21
Caracterización de las actividades que agregan valor	26
Diagnóstico de la cadena de valor	28
Herramientas de diagnóstico	29
Árbol de problemas (Ishikawa)	29
La encuesta	33
Mapeo de la cadena de valor o VSM Value Stream Mapping	35
Implementación.....	36
Capítulo 2. Planificando la ruta	43
Capacitación y entrenamiento.....	45
Liderazgo	45
Principios y técnicas Lean.....	46
Diseño y construcción de indicadores	53
Preparación de la información básica asociada a la reducción de desperdicios.	58
Identificando los desperdicios de la empresa.....	61
Selección del área piloto.	67
Cómo diligenciar la matriz de selección del área piloto	67
Cronograma: Plan de implementación detallado	69
Mapeo de flujo de valor - futuro	71
Capítulo 3. Implementando Lean	75
Cinco Eses (5'S).....	77
Clasificar y eliminar lo innecesario.....	78
Ordenar.....	80

Limpiar e inspeccionar.....	81
Estandarizar.....	83
Crear hábito.....	83
SMED	86
Kanban	90
Takt Time.....	99
Kaizen	100
Pasos para la implementación de Kaizen	101

Capítulo 4. Sincronizando el sistema.....107

Reducción del tamaño de lote.....	109
Balanceo de línea.....	115

Referencias.....	127
------------------	-----

Ejemplo práctico 3

Con base en la información obtenida del balanceo de línea inicial (Cuadro 4.9), se realiza el ajuste al balanceo de la línea considerando las holguras debidas a las necesidades fisiológicas de los operarios y, por otro lado, las de las máquinas asociadas a los tiempos de alistamiento, puesta a punto o mantenimiento (Cuadro 4.11).

Cuadro 4.11. Resultados del ejemplo práctico 3

Centro de trabajo: Corte de piezas de tela		Centro de trabajo: confección de cojín y espaldar	
Turno	1	Turno	1
	06:00-14:00		06:00-14:00
ToH	$(6 \text{ min/hor}) \times 480 = 80 \text{ min/turno}$	ToH	$(5 \text{ min/hor}) \times 480 = 90 \text{ min/turno}$
ToM	$7 \text{ min/hor} \times 480 = 68 \text{ min/turno}$	ToM	$(6,4 \text{ min/hor}) \times 480 = 75 \text{ min/turno}$
$[DPL_p]$	$\frac{1 - [(80/480) + (68/480)]}{1} = 97,5\%$	$[DPL_p]$	$\frac{1 - [(90/480) + (75/480)]}{1} = 96,8\%$
$[C_{ControlA}]$	$(5,2 / 0,975) = 5,3$	$[C_{ControlA}]$	$(4,6 / 0,968) = 5,4$
$[Und*hr]$	11	$[Und*hr]$	11
$[Und*-Turn]$	88	$[Und*-Turn]$	88
$[CoUnd]$	\$174,10	$[CoUnd]$	\$175,23
Salr	\$2.872,71	Salr	\$2.872,71

Observación: dado que para calcular el balanceo ajustado se consideran los tiempos asociados a las necesidades de las personas y máquinas, el ciclo de control es levemente mayor, con ello se logra que el desempeño de la línea se mantenga en un rango entre 97,5% y 96,8%.

Tabla 4.10. Balanceo de línea ajustado

Variable	Fórmula	Definición
Desempeño de la línea [DPL _p]	$DPL_p = 1 - \left[\frac{ToH}{Tturno} \right] + \left[\frac{ToM}{Tturno} \right]$ ToH: Tolerancias definidas para operarios ToM: Tolerancias definidas para máquinas Tturno: Tiempo por turno	Corresponde a la eficiencia teórica que se ha definido para la línea. (Las tolerancias corresponden a los tiempos que tanto hombres como máquinas ocupan en funciones naturales o mantenimiento)
Ciclo de control ajustado [C _{ControlA}]	$C_{ControlA} = \frac{C_{Control}}{DPL_p}$	Este corresponde al ciclo de control medido con base en el desempeño de la línea
Unidades por hora [Und*hr]	$Und * hr = \left[\frac{60 \text{ min.}}{C_{Control A}} \right]$	Método de cálculo de las unidades fabricadas por hora de trabajo
Unidades por turno [Und*-Turn]	$Und * Turn = (Und * hr) * \left[\frac{Turn}{Dur_{Turn*hr}} \right]$ Dur: Duración en horas del turno	Método de cálculo de las unidades por turno
Costo por unidad [CoUnd]	$CoUnd = \left[\frac{NO_p * Salr}{Und * Turn} \right]$ Salr: Salario de los operarios	Método de cálculo del costo de la mano de obra en relación con la producción
Productividad	$Productividad = \left[\frac{S_{Unidades}}{N_{Personas * Jornada}} \right]$ S_{unidades}: Unidades de salida N_{personas * jornada}: Talento humano asignado por turno a la línea	Esta medida de rendimiento permite encontrar la relación entre las actividades y los recursos empleados para efectuar un proceso, una operación o una actividad productiva. Se expresa, para efectos de cálculo, como el cociente de las salidas (producción) y las entradas (materiales o recursos empleados para fabricar o ensamblar)

CAPÍTULO I

PREPARANDO EL CAMINO

Guillermo Alberto Fonseca Villamarín
Jaime Alberto Delgado Cifuentes

Centro de trabajo: Confección de cojín y espaldar									
HR	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	13:00	14:00	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
TOP	4,6	2,4	2,8	1,8	1,7	2,5	2,7	1,4	
OPI	3	2	5	4	5	2	5	1	
Periodo	Turno No 1			Unidades de salida			250		
Observaciones	Se descuenta la hora de almuerzo, unidades en minutos								
[MTOp]	19,9								
[Nop]	27								
[CControl]	4,6								
[MTLp]	124,1								
[% B]	16%								
Productividad de la línea		18%							

Tabla 4.9. Matriz de balanceo de línea inicial

Centro de trabajo: corte de piezas de tela									
HR	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	13:00	14:00	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
TOP	3,2	2,2	3,7	4,8	4,7	5,2	1,3	3,3	
OPI	4	2	2	1	1	2	2	1	
Periodo	Turno N.º 1			Unidades de salida			500		
Observaciones	Se descuenta la hora de almuerzo, unidades en minutos								
[MTOp]	Con base en los resultados obtenidos del balance inicial de la operación de corte se observa que en la hora (6) se tiene la operación con mayor tiempo empleado en ejecutarla. Por ello, se selecciona como ciclo de control la misma. Así mismo, luego de realizar los cálculos de los minutos totales de la línea, se obtiene un porcentaje de balanceo de la operación del 36%.								
[Nop]									
[CControl]									
[MTLp]									
[% B]									

Este capítulo tiene como objetivo preparar el camino del proceso de implementación de LM a través de: i) lograr el compromiso de la gerencia en el apoyo a este proyecto de implementación de LM y la selección del equipo líder, ii) el análisis del contexto, iii) el uso de diferentes herramientas de diagnóstico, iv) construcción de los indicadores que midan el ahorro al implementar las prácticas de LM y, v) construcción del mapa del flujo de valor actual de la empresa.

Cada uno de los apartados se desarrolla mediante un breve resumen teórico del concepto a usar, seguido de una matriz con ejemplos y espacios para que usted, como interesado en esta guía, diligencie y progrese, de la mano de los autores, en la preparación del proyecto de implementación de LM.

Apoyo de la gerencia y selección del equipo líder

Hacer uso de las prácticas de Lean Manufacturing permite a las empresas contar con un mejor conocimiento de la estructura operativa y de fabricación. Además de beneficios adicionales como la reducción de tiempos de espera, el balanceo de las líneas de producción y la consecuente reducción de los costos operativos. Y todo para que la empresa fortalezca sus procesos y haga mejor uso de los recursos que tiene a su disposición. Por otra parte, la calidad y el control se verán impactados paulatinamente de manera positiva en la medida en que se desarrollan las etapas de implementación de Lean Manufacturing.

Un proyecto Lean propende por la mejora continua y por un nivel competitivo que refleje el establecimiento de conceptos como el valor agregado, la reducción de despilfarros y la organización

de esquemas productivos eficientes, que permiten que la gerencia se comprometa con un proyecto de implementación de Lean Manufacturing, que es el núcleo de este tratado.

La base fundamental del éxito de un programa de implementación de LM, antes que el diagnóstico, es el apoyo de directivos, de recursos humanos y del área financiera; para que juntos diseñen el plan motivacional, de acuerdo al personal y a los recursos disponibles de la empresa.

Considerando estos aspectos, desde la óptica de la productividad como elemento clave para el logro de las metas, la colaboración activa del área de talento humano juega un rol importante en el logro de la implementación de LM.

De allí que se deban construir acuerdos que, desde las finanzas y la economía de la empresa, permitan incentivar al personal para la materialización de mejores prácticas y procesos, y se logre conformar un equipo de trabajo robusto y orientado a la mejora continua.

Por ello, el énfasis se centra en la necesidad de estructurar un plan motivacional que incluya bonos económicos, días de descanso, planes recreacionales de familia (temas de bienestar), entre otras opciones, para lo cual se presenta, como ejemplo, una matriz motivacional adaptable a las condiciones económicas de la empresa (cuadro 1-1), y que, entre otras ventajas, permite a los directivos establecer un presupuesto por práctica Lean. Así se fortalece la toma de decisiones y se integra el propósito de la empresa a la motivación del personal. (Hernández, 2015) Otra forma muy común de formular un plan motivacional es establecer un porcentaje de los ahorros obtenidos en la implementación de la práctica *Lean* para repartirlo entre los colaboradores que hicieron posibles dichos ahorros.

La gerencia es, entonces, la encargada de seleccionar el equipo líder de implementación –ELI– que se encargará de transmitir la visión de LM a los empleados y de socializar el propósito que persigue la dirección al emprender un proyecto de esta naturaleza.

Toda la información presentada en los cuadros 4.7 y 4.8 puede manejarse, o presentarse, de diferentes maneras dependiendo tanto de las características de la planta de producción como de las específicas de las unidades de negocio. Por lo general, la mayoría de las compañías utilizan los conceptos que se consignan en los manuales de estudio del trabajo o estudios de ingeniería de métodos. Estos son una herramienta que facilita la comprensión de los conceptos de productividad y eficiencia.

Con base en la información de los anteriores cuadros, se construye una matriz en una hoja de cálculo en la cual, a partir de los datos y las fórmulas del Cuadro 4.6, es posible realizar el balanceo inicial, como se puede observar en la matriz (Cuadro 4.9) de balanceo inicial.

Cuadro 4.8. Datos proceso de confección de cojín y espaldar. Richter Inc.

Centro de trabajo: Confección de cojín y espaldar							
Símbolo	Operación	6:00 - 8:00	8:01 - 10:00	10:01 - 12:00	13:00 - 14:00	TO _p	OP _i
I1	Recibir y revisar piezas cortadas	4,5	4,7	4,6	4,4	4,6,	3
1	Separar piezas cojín	2,2	2,3	2,5	2,4	2,4	2
2	Separar piezas espaldar	2,7	2,6	3	2,7	2,8	5
3	Hilvanar y coser piezas cojín	1,6	1,9	2,1	1,7	1,8	4
4	Hilvanar y coser piezas espaldar	1,7	1,5	1,8	1,6	1,7	5
I2	Revisar calidad de operaciones de hilvanado y costura	2,4	2,5	3	2,2	2,5	2
4	Retirar hilvanados	2,6	2,8	2,7	2,5	2,7	5
T1	Transportar al siguiente proceso	1,4	1,6	1,2	1,5	1,4	1

Para facilitar la selección del equipo líder de implementación se sugiere el uso de la matriz que se presenta en el Cuadro 1-2. En esta matriz, consigne el nombre de cada colaborador por área y califique con un punto la respuesta afirmativa a cada una de las once preguntas; finalmente, revise y seleccione como líder del área la persona con mayor puntaje.

Cuadro 1.1. Matriz motivacional por área y práctica

PRÁCTICA LEAN

5'S

SMED

KANBAN

KAIZEN

OTRO:

Incentivo por la Implementación COMPLETA							
Nombre del beneficiario	Cursos de formación (diplomados, especializaciones u otros). \$800.000	Regalos, bonos o viajes cortos, manejo del estrés. \$500.000	Tiempo (horario flexible, días de descanso). \$200.000	Total/Práctica Lean (\$)			
1							
2							
3							
4							
5							
TOTAL (\$):							

Fuente: elaboración propia

La determinación inicial del balanceo de la línea se realiza con base en la información suministrada por el jefe de producción de la compañía.

Cuadro 4.7. Datos proceso de corte de piezas de tela. Richer Inc.

Centro de trabajo: Corte de piezas de tela							
Símbolo	Operación	6:00 - 8:00	8:01 - 10:00	10:01 - 12:00	13:00 - 14:00	TO _p	OP _i
①	Preparar material	3,1	3,3	3,2	3,1	3,2	4
②	Set-Up máquina	2,1	2,4	2,1	2,2	2,2	2
③	Alimentar proceso	3,5	3,7	3,8	3,6	3,7	2
I1	Inspeccionar calidad	4,5	4,8	4,7	4,6	4,8	1
④	Seleccionar piezas	4,4	4,6	4,8	4,7	4,7	1
I2	Separar piezas defectuosas	5	5,4	5,3	5,1	5,2	2
T1	Transportar material al siguiente proceso	1,1	1,2	1,4	1,3	1,3	2
▽	Registrar información	3,1	3,4	3,3	3,2	3,3	1

Cuadro 4.6. Balanceo de línea inicial

Variable	Fórmula	Definición
Minutos totales del operario [MTO _p]	$MTO_p = \sum TOP_i$ [TOP: Tiempo en minutos del operario]	Corresponden a la suma de los productos entre el tiempo y el número de operarios asignados a esa actividad
Número de operarios [NO _p]	$NO_p = \sum OP_i$ [OP: Operarios asignados]	Es la sumatoria del número de operarios que realizan la actividad
Ciclo de control [C _{Control}]	$C_{control} = > t_{op}$ [t _{op} : Tiempos de operación]	Corresponde al tiempo con mayor periodo entre los tiempos de operación
Minutos totales por línea [MTL _p]	$MTL_p = C_{control} * NO_p$	Tiempo empleado en la actividad de la línea en relación con su ciclo de control
Porcentaje de balance [% B]	$\%B = \left[\frac{MTO_p}{MTL_p} \right]$	Es el indicador que determina la estabilidad de la línea y sus operaciones. (entre más se equilibren los tiempos de cada operación mayor será su magnitud)

Ejemplo práctico 2

La compañía Richter Inc. tiene una línea de producción en la cual se fabrican forros para cojinería de mobiliario, específicamente para sofás. El área de producción ha realizado un estudio de los métodos y el tiempo empleado para realizar la actividades de fabricación. Para esto se han tomado los tiempos con base en un procedimiento normalizado donde el operador realiza sus actividades con un ritmo normal.

Cuadro 1.2. Matriz de selección de líderes y área piloto

	Total								
¿Muestra actitudes para escuchar y resolver conflictos?	11								
¿Tiene disposición para seguir aprendiendo?	10								
¿Mentalidad positiva y abierta al cambio?	9								
¿Tiene buena comunicación con el jefe y el equipo de trabajo?	8								
¿Puede dar más de lo que hace?	7								
¿Quién puede sustituirle?	6								
¿Conocimiento de la organización y el negocio?	5								
¿Potencial de liderazgo?	4								
¿Compromiso vs. talento?	3								
¿Es de confianza?	2								
¿Cumple con sus funciones?	1								
Área									
Cargo									
Nombre									

Fuente: elaboración propia

Como resultado de esta práctica se realiza la capacitación en liderazgo de tal manera que los líderes seleccionados sean actores destacados en la socialización del proceso. Las capacitaciones deben incluir criterios para formular un plan detallado o cronograma como los siguientes:

- Tema a trabajar
- Público al que va a estar dirigido
- Fechas de inicio, finalización e intensidad
- Objetivos, metas y resultados esperados

Por otra parte, este plan detallado o cronograma se deberá acompañar de un líder dedicado al seguimiento, que motive al personal en el cumplimiento de la meta. Así mismo, en la concreción de los entregables como elemento asociado a la evolución del proceso.

Como complemento, se deberá promover el hábito de asistir a las reuniones del ELI, como espacio propicio para la resolución de dudas, la asignación de responsables, la priorización y la definición de los aspectos o actividades pendientes.

Análisis del contexto de la mipyme

Es recomendable que, al tiempo que se trabaja en el logro del apoyo de la gerencia, se adelante el análisis del contexto en que está inmersa la empresa.

Para el desarrollo de un análisis de contexto en la empresa es fundamental considerar algunas herramientas que permiten auscultar la configuración de su estado, así como el de los escenarios internos en los cuales la compañía, su estructura y los métodos que se emplean, ejercen influencia sobre la manera como se desenvuelven los elementos productivos, los recursos y el talento humano involucrados en las actividades de manufactura o en la prestación de servicios. Bajo esta consideración es clave que, antes de diagnosticar e identificar la problemática, se definan las metas financieras de la empresa para abrir el camino a identificar los posibles proyectos internos que apunten a dichas metas; también es necesario visualizar el impacto que podría tener el contexto empresarial en el área de producción,

El método de balanceo de línea se estructura a través de las variables que se presentan en los cuadros 4.5 y 4.6.

Considerando las prácticas que se trabajan con Lean Manufacturing. (López Acosta M. Martínez Solano G. Quirós Morales A.& Sosa Ochoa J., 2011).

Cuadro 4.5. Variables a considerar para un balanceo de línea

Generales	Específicas
• Definir e identificar las tareas que componen el proceso productivo	• Igualar la carga de trabajo entre los ensambladores
• Tiempo necesario para desarmar cada tarea	• Identificar la operación cuello de botella
• Los recursos necesarios.	• Determinar el número de estaciones de trabajo
• El orden lógico de ejecución	• Reducir el costo de producción
	• Establecer el tiempo estándar

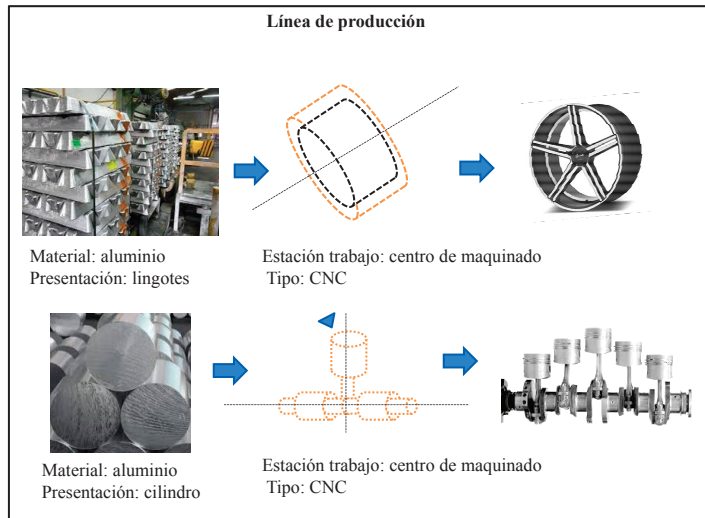


Figura 4.2. Ejemplo de una configuración de línea de fabricación

El otro tipo de configuración es el de línea de ensamble (Figura 4.3), cuya función principal es la de unir componentes para desarrollar un ensamble integrado dentro de una unidad.

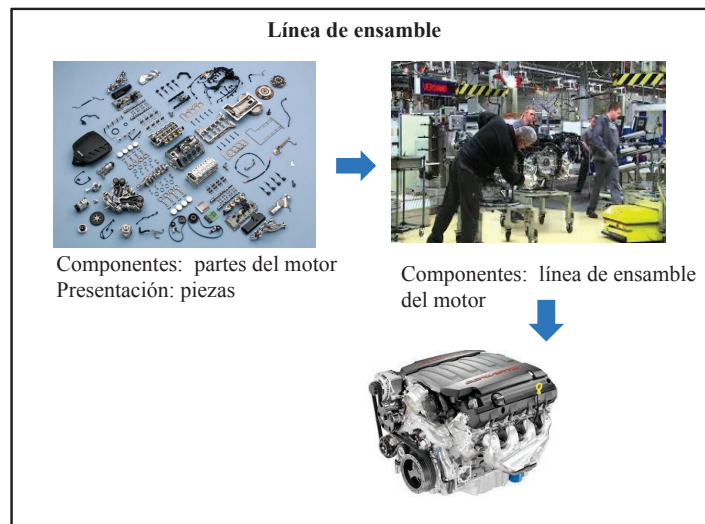


Figura 4.3. Ejemplo de línea de ensamble

y para ello se recomienda el uso de la matriz DOFA y el uso de la herramienta P.D.S.A anteriormente conocida como Planear, Hacer, Verificar y Actuar -P.H.V.A.- (Sundar, Balaji & Kumar, 2014).

Definición de metas financieras

Una vez tomada la decisión de iniciar un proceso de mejoramiento, el siguiente paso es establecer metas financieras que sean alcanzables, pero retadoras; que el conjunto de los proyectos de mejoramiento, no solo tenga un impacto cualitativo, sino también un impacto financiero que genere crecimiento y valor. Por ello, determinar metas financieras puede llegar a ser engorroso, ya que calcular los cambios en el nivel de ventas, en el costo, en el nivel de inventarios, en el de gastos administrativos, en cuentas por pagar y en sus respectivos impactos en la utilidad neta e indicadores de sostenibilidad financiera, puede ser muy demorado. De allí que se recomiende emplear una herramienta en la que se puedan simular diferentes escenarios deseados, para llegar, al final del ejercicio, a un escenario ideal consolidado de manera ágil y clara.

Los indicadores que se propone calcular son el Ebitda, Margen Ebitda, Capital de trabajo Neto Operativo, KTNO; Productividad del Capital de Trabajo, PKT, y la Palanca de Crecimiento, PDC; a los cuales se les denomina inductores de valor, porque miden el crecimiento de la organización y la generación de valor (Jiménez Sánchez J., 2015). A continuación las fórmulas para su cálculo:

$$Ebitda = Utilidad Operativa + Depreciaciones + Amortizaciones$$

$$Margen Ebitda = \frac{Ebitda}{Ventas}$$

$$KTNO = Cuentas por Cobrar + Inventarios - Proveedores$$

$$PKT = \frac{KTNO}{Ventas} \text{ debe dar } >1$$

$$PDC = \frac{Margen Ebitda}{PKT} \text{ debe dar } >1,$$

El PDC debe dar mayor que 1 porque significa que las operaciones están dando mayores ingresos respecto a lo que se requiere.

re para trabajar, e indica que está creciendo y generando valor. Si es menor a 1, quiere decir que crecer no es rentable; se está comprometiendo el pago de las obligaciones, impedimento para reponer activos y el reparto de utilidades.

La herramienta que se propone en el Cuadro 1-3 está construida en una hoja de cálculo (Excel, Calc, etc.). A partir de la información del balance general, del estado de pérdidas y ganancias de los últimos 3 años de la organización, y de suponer niveles deseados de ventas, costos y gastos (para el final del año en curso o años futuros), inventarios y cuentas por pagar, se puede evaluar rápidamente si los futuros resultados están alineados con la expectativa del mejoramiento.

Cuadro 1.3. Cuadro recolección de información financiera

	2013	2014	2015	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5
Crecimiento de Ventas		35,99%	-8,70%	10%	8%	8%	8%	10%
Participación de costos / Ventas		62,37%	64,03%	64%	60%	64%	64%	60%
% Crecimiento gastos Admón y ventas		21,62%	-3,17%	5%	5%	5%	5%	5%
Días CxC		91	115	115	115	90	115	90
Días Inventario		87	98	98	98	98	70	70
Días Proveedores		53	64	64	64	64	64	64
Días CxP		29	46	46	46	46	46	46

Fuente: elaboración propia

En el Cuadro 1.3, se observan dos secciones, la de la izquierda en gris contiene las variaciones reales de ventas, costos, gastos, CxC, días de inventario, días proveedores y días de CxP de los años 2014 y 2015. En la sección derecha, en color blanco, están las metas supuestas que se deben alcanzar después del programa de mejoramiento y varios escenarios de resultados. En la columna del escenario uno (Esc. 1), se supone alcanzar un crecimiento en ventas del 10% con respecto a 2015, y de un crecimiento en gastos del 5%; las demás variables quedan iguales a 2015. Con lo anterior se obtendrían los resultados del Cuadro 1.4.

Como se observa en la Figura 4.1, el enfoque de valor agregado es un aspecto que contribuye a la mejora continua y que se asocia al control estadístico de la línea de producción; debido a ello es importante la construcción de una matriz de las actividades que agregan valor. Así mismo, con la ayuda del mapeo de flujo de valor o VSM, se logra direccionar el control estadístico que se va a enfocar en reducir aquellas actividades que no agregan valor; para lo cual establecen unos indicadores puntuales (lead time, ritmo de tiempo o Takt Time, tiempo disponible para producción y demanda) que van a estar encargados de medir lo que realmente incide sobre el proceso productivo. Por otra parte, también se deben considerar aquellos indicadores que han sido construidos por la empresa y que gracias a su *know-how* permiten valorar el alcance de las metas dentro de un esquema de medición y control estadístico de los procesos.

Balanceo de línea

Esta herramienta se enfoca en el control de las operaciones; su objetivo es lograr que el sistema productivo funcione bajo un ritmo acorde a las variaciones de la demanda, pero conservando la sincronía en los flujos de materiales, producto e información. Bajo esta premisa, los inventarios, los tiempos de espera, los tiempos de fabricación y las entregas son los componentes que se ven afectados por una distorsión en los flujos operacionales. Su propósito fundamental es lograr que sean iguales los tiempos de trabajo dentro de cada estación o centro de trabajo. Una producción balanceada requiere un proceso riguroso de recopilación de datos, toma de tiempos y un análisis de los movimientos. Así mismo, las inversiones económicas, destinación de recursos físicos y redistribución de las instalaciones en algunos casos.

Cuando se plantea la necesidad de realizar un balance de línea, es clave que se identifique la configuración del sistema productivo. En términos generales, dicha configuración depende de las características de la operación. Así se encuentra un esquema de tipo línea de fabricación o producción donde su función principal es la construcción de componentes. (ver Figura 4.2).

Cuadro 4.4. Cálculo del costo de gestionar inventario con base en el lote óptimo manufactura Lean

C.G-inven- tario	\$54.083	Ecuación (4.2)	$C.G-inv= \frac{1.387}{2}(39) + \frac{250000}{1.387}(150)$
Demanda [D]	250.000		
Costo de mantener inv. [H]	\$39		
Costo fijo producir [S]	\$150		
Tamaño de lote [Q*]	1.387	El ahorro al reducir el tamaño del lote representa un costo de gestionar el inventario de \$ 570.917* USD al año. *(625.000-54.083 = 570.917)	

Para ofrecer un panorama amplio de las características de un esquema de manufactura tradicional en relación con uno de Lean, los autores Quesada-Pinedo, Buehlmann & Arias presentan un comparativo (Figura 4-1), que especifica los elementos constitutivos de cada esquema en particular. (Quesada-Pineda H. Buehlmann U. & Arias E., 2012).

Manufactura Tradicional	Manufactura Lean
Productos Estandarizados	Productos personalizados
Enfoque en la utilización	Enfoque en el valor agregado
Administración de la información	Control estadístico para cada línea de producción
Automatizar todo	Eliminar actividades que no agregan valor de primero
Medir todo	Medir solo lo necesario
Precio es lo primero	Calidad es lo primero
Inspección de Calidad	Calidad en la fuente
Costos de Calidad	La calidad es gratuita
Compra de equipos nuevos	Mejorar los equipos actuales primero
Uso de tecnología para incrementar productividad	Usa la mejora de procesos para aumentar productividad
Inflexible	Flexible
Sistemas "Push"	Sistemas "Pull"
Ignora tiempos de ajuste y puesta en marcha	Minimiza tiempos de ajuste y puesta en marcha
Acepta tiempos de ciclo	Reduce el tiempo de ciclo

Figura 4.1. Comparación entre la manufactura tradicional y Lean

Fuente: Quesada-Pineda H. Buehlmann U. & Arias E. (2012). Pensamiento Lean: ejemplos y aplicaciones en la industria de productos de madera. Virginia Cooperative Extension - Virginia Polytechnic Institute and State University, Publication ANR-17S, Virginia US, 1-17.

Cuadro 1.4. Resultados bajo escenarios

	2013	2014	2015	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5
Ingresos Operacionales	2.444	3.323	3.034	3.337	3.277	3.277	3.277	3.337
Costo de Ventas	1.374	2.073	1.943	2.136	1.966	2.098	2.097	2.002
Utilidad Bruta	1.070	1.251	1.091	1.201	1.311	1.178	1.180	1.335
Gastos de Admón. y Ventas	726	883	855	898	898	898	898	898
Utilidad Operacional	344	368	236	304	413	281	282	437
Depreciaciones, Amortizaciones y Provisiones	30	155	158	162	162	162	162	162
EBITDA	374	523	395	465	575	442	444	599
Impuestos	107	111	67	89	125	81	82	132
Flujo de Caja Bruto - FCB	267	412	328	377	450	361	362	466
Variación KTNO		48	112	160	150	(76)	(14)	(216)
Margen Ebitda	15,7%	13,0%	13,9%	17,5%	13,5%	13,5%	17,9%	
Análisis de Capital de Trabajo								
Disponible y Bancos	94	138	169	177	170	177	177	170
Deudores CxC	685	967	943	1.051	1.032	808	1.032	823
Inventarios	446	540	505	574	529	564	402	384
Capital de Trabajo para Operación	1.225	1.645	1.617	1.802	1.730	1.549	1.611	1.377
Proveedores	188	416	264	374	344	368	367	351
Cuentas por Pagar	105	224	263	267	246	263	263	251
Impuestos, Gravámenes y Tasas	49	92	88	102	100	100	100	102
Obligaciones Laborales	71	48	71	76	72	76	76	72
Pasivos Estimados y Provisiones	107	111	67	71	64	67	67	64

CxP Proveedores de Bienes y Servicios	520	892	752	890	827	873	872	840
KTNO	705	753	865	912	903	677	739	537
PKT		22,7%	28,5%	27,3%	27,6%	20,6%	22,5%	16,1%
PDC		0,69	0,46	0,51	0,64	0,65	0,60	1,12

En la sección en verde de la columna del Escenario 1 se observan los resultados. Los ingresos operacionales aumentan de 3.034 en 2015 a 3.337 en 2016 y los gastos de 1.091 en 2015 a 898 en 2016. Al final, el PDC es 0.51, resultado insuficiente para la sostenibilidad de la organización, ya que el capital de trabajo que está generando el negocio es insuficiente.

En el Escenario 1, resultado de calcular el PDC, es claro que en el 2014 y 2015 no hubo generación de valor al ser menor a 1.

En el Escenario 5 que permite crecer y generar valor, se llegaría a un PDC de 1.12. Las medidas para alcanzar este resultado son: crecer en ventas el 10%, el costo debe tener una participación del 60% de las ventas, un crecimiento de gastos del 5%, los días de cartera e inventarios disminuirlos de 115 en el 2015 a 90 y de 98 días a 70, respectivamente. Los días de proveedores y las cuentas por pagar pueden permanecer en los mismos niveles.

Los anteriores supuestos se convierten, entonces, en las metas que los proyectos de mejoramiento, en su conjunto, deben llegar a aportar. Se debe prestar especial atención a la meta del 60% de costo sobre las ventas o, en otras palabras, en una disminución del 4% en el costo (pasar del 64% del 2015 al 60%), ya que es en el costo donde, por lo general, los proyectos de Lean Manufacturing se enfocan.

El siguiente paso es identificar proyectos cuyos resultados permitan cumplir con las anteriores metas. Se debe, entonces, realizar un diagnóstico de las operaciones en todas las áreas para detectar los desperdicios.

Ciclo PDSA (PHVA)

El ciclo PDSA, también conocido como el ciclo de Deming o PHVA, corresponde a una serie sistemática de pasos orientados

Cuadro 4.2. Cálculo del tamaño de lote manufactura tradicional

C.G-inven- tario	\$625.000	Ecuación (4.2)	$625000 = \frac{Q}{2}(39) + \frac{250000}{Q}(150)$
Demanda [D]	250.000		
Costo de mantener inv. [H]	\$39		
Costo fijo producir [S]	\$150		
Tamaño de lote [Q]	32.051	Esta cantidad corresponde a la produc- ción que se mantendrá en inventario mínimo para cumplir con la demanda anual de 250.000 unidades.	

Por otra parte, si la empresa establece una estrategia combinada de logística, producción y servicios donde el enfoque es más PULL, el cálculo del tamaño de lote se efectúa de la siguiente manera (Cuadro 4.3):

Cuadro 4.3. Cálculo del tamaño de lote manufactura Lean

Demanda [D]	250.000	Ecuación (4.3)	$Q^* = \sqrt{\frac{2 * 250.000 * 150}{39}}$
Costo de mantener inv [H]	\$39		
Costo fijo producir [S]	\$150		
Lote óptimo [Q*]	1.387	Esta cantidad corresponde a la produc- ción óptima en inventario para cum- plir con la demanda anual de 250.000 unidades.	

Ahora bien, como se aprecia en la Tabla 3, la cantidad óptima del inventario de producto terminado es inferior a la que se obtiene de un enfoque Push o de manufactura tradicional, ya que la diferencia entre 32.051 unidades (manufactura tradicional) y 1.387 unidades (manufactura Lean) es de 30.664 unidades menos, lo cual representa un ahorro que se puede calcular como se presenta en el Cuadro 4.4:

Según los datos del jefe de operaciones, el costo de producir este artículo es de aproximadamente \$150 USD la unidad, para lo cual el costo de mantener en inventario corresponde a un 25% del valor unitario de producir el artículo, con un incremento adicional en la temporada de verano de 5% y el costo total anual de gestionar el inventario es de \$ 625.000 USD.

Para determinar la demanda anual, la compañía se basó en el histórico de ventas del producto para los últimos cinco (5) años presentado en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Pronóstico de venta del refrigerador industrial en los últimos cinco (5) años

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Pronóstico
275	320	195	245	215	250
Las ventas están dadas en miles de unidades por año del producto refrigerador industrial.					

Considerando que el sistema productivo de esta compañía es el tradicional basado en la utilización, con un enfoque PUSH y Make to Stock^{1*}, el cálculo del tamaño del lote se realiza como se muestra en el Cuadro 4.2:

^{1*} PUSH: es un esquema productivo en el cual, para responder a la demanda, las compañías se basan en un pronóstico que no muchas veces es correcto por lo que pueden incurrir en sobreproducción. Así mismo, Make to Stock implica la fabricación de los productos para mantener un inventario o almacenarlo a la espera de la venta, esto también puede generar un exceso de inventarios.

a la generación de valor, aprendizaje y conocimiento, con base en la mejora continua de los procesos o del producto.

El primer paso de este ciclo es la Planeación, que implica la identificación de la meta, el propósito, o la formulación de una teoría en la cual se definen, entre otros aspectos, las métricas adecuadas para el sistema productivo o de servicios y se ponen en marcha las acciones planificadas.

El segundo paso se asocia al Hacer; en el cual los componentes estructurados en la fase inicial de la planeación son implementados y de este modo la fabricación del producto mejora consecuentemente con sus procesos.

Como tercer paso está Verificar, en él se realiza el monitoreo y la validación de las salidas que tiene el proceso, y se establecen los mecanismos de medición de las acciones planeadas y realizadas en los dos pasos anteriores. Cabe precisar que en este paso se logra la identificación de los problemas asociados a las áreas productivas o de servicios, así como del rendimiento de las mismas, de manera que se obtenga el éxito en su desempeño.

Finalmente, está el paso de actuar, que cierra el ciclo integrando los aprendizajes obtenidos de los pasos anteriores y durante todo el proceso, lo cual permite efectuar los cambios de método, la reformulación de las teorías o el ajuste de las metas trazadas.

Esta secuencia o ciclo de pasos se repite de manera sucesiva hasta lograr una mejora continua en el sistema productivo (Deming Institute, 2015).

Análisis DOFA

Por otra parte, es recomendable el uso del análisis DOFA dada la utilidad de esta herramienta de diagnóstico que permite, de manera creativa y sencilla, la generación de estrategias a partir de la identificación de los factores internos y externos a la organización (OIT, 2005). Su combinación con el ciclo PDSA potencia el desarrollo de la planeación, la ejecución y la configuración de las áreas productivas que presentan oportunidades de mejora,

de manera que se reduzcan los impactos negativos dentro del contexto de la organización. (Cotón, 2016), (ver Figura 1.1).

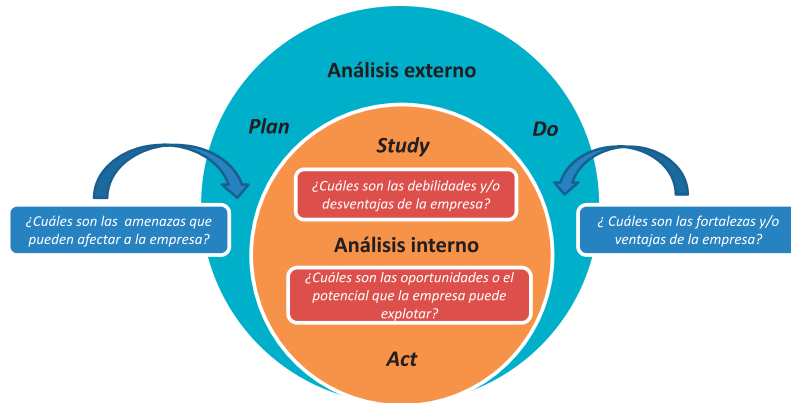


Figura 1.1. Ciclo Deming y análisis DOFA

Fuente: Fonseca - Villamarín, 2015.

A continuación se presenta la forma clásica de desarrollar la matriz DOFA, con un elemento adicional que orienta sobre cómo se enlazan las metas con los diferentes componentes de la matriz. (Cuadro 1-5).

Cuadro 1.5. Matriz DOFA clásica

	Positivo	Negativo
Origen interno	Fortalezas [Meta 1-2]	Debilidades [Meta 3-4]
Origen externo	Oportunidades [Meta 3-4]	Amenazas [Meta 1-2]

Fuente: elaboración propia

Royo, presentan un indicador logístico que se asocia a la determinación de un lote óptimo. (Valencia J. Lambán M. & Royo J., 2014).

La idea fundamental de estos autores parte de los conceptos básicos definidos por Taylor, donde la gestión de los inventarios se define en la ecuación 4.1:

$$\text{Costo de la Gestión inventario} = \text{Costo de Inventario} + \text{Costo del Pedido} \quad (4.1)$$

Cada variable dentro de dicha ecuación tiene una implicación directa en la demanda y, por ende, en el tamaño de los lotes de producción, ya que de manera desagregada la función se define como lo muestra la ecuación 4.2:

$$CG_{\text{inventario}} = \frac{Q}{2}H + \frac{D}{Q}S \quad (4.2)$$

Dentro del costo del inventario se observa la importancia del tamaño de lote que está representado por la variable Q, la cual a su vez se asocia con el costo unitario anual de mantener el inventario H; como segundo componente de la ecuación se observa que la demanda D se asocia con el costo fijo de comprar o producir S y nuevamente se observa la influencia del tamaño del lote Q. Para lograr entonces determinar el lote óptimo es necesario que la ecuación se considere en equilibrio, por lo cual se iguala a cero para obtener el lote óptimo Q*:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}} \quad (4.3)$$

Aunque este enfoque se orienta más hacia la utilización, es necesario dado que su estructura permite establecer un parámetro inicial para la determinación de un tamaño de lote de producción reducido. Por otra parte, los productos estandarizados se acoplan más a un modelo de inventarios EOQ.

Ejemplo práctico

La empresa Marc Co. es una compañía que ensambla refrigeradores y que, de acuerdo al departamento de producción, maneja una demanda anual de aproximadamente 250.000 unidades de un refrigerador industrial que se diseñó para la tiendas de barrio.

elementos no deseables en un esquema productivo de clase mundial han hecho que la gran empresa considere la reducción de sus lotes de producción, así mismo, las mipyme han encontrado también en las herramientas de mejora continua, en especial en Justo a Tiempo –JIT–, un aliado al momento de reducir sus lotes de producción; sin embargo, el desconocimiento del manejo de estas herramientas hace que opten por desistir de implementarlas o, en el mejor de los casos, las implementan de manera fraccionada, lo cual genera un vacío que no permite el alcance de las metas en el tiempo proyectado.

Para lograr una reducción de lote de producción, a cualquier escala de empresa u organización, es necesario que, como principal medida, exista una meta que incluya el compromiso desde la alta gerencia hasta el último integrante del equipo de implementación de Lean Manufacturing. Por otra parte, son muy importantes la capacitación y la continuidad con los talleres Kaizen, dado que estos permiten la conceptualización, la cohesión y ofrecen una visión de la manera adecuada para adoptar las prácticas de Lean Manufacturing que se utilizan en esta etapa de implementación que es más cercana a una puesta a punto para la operación.

Un primer elemento para la consecución de una reducción que no vaya a desactivar el normal flujo de materiales y de respuesta a la demanda está dada por los inventarios. Ellos representan un capital de inversión, pero a la vez un costo al mantenerlos, conservarlos y/o movilizarlos. Dentro de los inventarios está entonces una variable clave para la reducción de los lotes de producción.

En síntesis, se hace referencia a la gestión de inventarios; su función principal es establecer un equilibrio entre los costos totales, los costos operativos y la demanda. Por ello, existen muchos modelos que permiten explorar la posibilidad de gestionar los inventarios de manera que estos sean un factor que en su dinámica se sincronice con la demanda. Así entonces, en un contexto industrial el primer paso para la reducción de los lotes de producción se logra a través del uso de un modelo de lote óptimo –EOQ–, autores como Valencia, Lamban y

La combinación de DOFA y PDSA favorece la consolidación de las metas que se han propuesto y que son requeridas para el éxito de la implementación de las prácticas de LM.

Por otra parte, se hace énfasis en la identificación de aquellas que son puntuales y serán objeto del análisis de contexto para extraer los elementos centrales que harán parte del diagnóstico inicial.

Para la compresión del manejo de las dos herramientas anteriores, se ha configurado una matriz que recoge las metas resultantes del análisis DOFA que se pueden apoyar con el uso de las prácticas LM. (Cuadro 1.6).

Cuadro 1.6. Matriz para el análisis de contexto

Análisis de contexto	PDSA					
	Práctica/(as) de Lean					
	Plan		Do	Study	Act	
	Metas	Método	Definir técnica entrenamiento y capacitación	Puesta en operación (levantamiento de la información)	Monitoreo de avances y resultados	Repetir ciclo. ¿Nuevas metas?
DOFA	META 1: Potencializar las fortalezas (definidas en la matriz DOFA) y aprovechar las oportunidades encontradas					

REDUCCIÓN DEL TAMAÑO DE LOTE

El sector industrial, cuyo principal eje es la manufactura dentro de su esquema productivo, se caracteriza por la flexibilidad y la producción por lotes, lo que ofrece ventajas al momento de aprovechar las economías de escala. Este escenario se ha consolidado desde el periodo de posguerra de la Segunda Guerra Mundial como una manera alternativa para potenciar la utilización de los recursos, la maquinaria y la reducción de tiempos en las operaciones, así como en las actividades productivas de un modo eficiente.

Si bien esta configuración permite, entre otras posibilidades, procesar más piezas por unidad de tiempo y distribuir los costos asociados de manera que se amortigüe el impacto que estos ejercen sobre las operaciones, también es posible que se incrementen los tiempos de entrega globales. Por otra parte, se puede generar un incremento del inventario en proceso que, en algunos casos, tiende a convertirse en una muda o en uno de los despilfarros que ya se han mencionado en este libro.

Bajo estas consideraciones y con base en los comportamientos en un mercado globalizado, las tendencias de desarrollo para los sistemas productivos se han encaminado hacia la implementación de filosofías como Lean Manufacturing que buscan la eliminación de despilfarros o mudas. Dichos

	Metas	Método	Definir técnica entrenamiento y capacitación	Puesta en operación (levantamiento de la información)	Monitoreo de avances y resultados	¿Reajus- tar?	Repetir ciclo. ¿Nuevas metas?
DOFA	META 2: Prevenir el impac- to de la amenaza principal (definida en la matriz DOFA) usando las fortalezas encontradas previamente						
	META 3: Mejorar la debilidad (definida en la ma- triz DOFA) usando las oportunidades						
	META 4: Mitigar el impacto de los riesgos aso- ciados a la debilidad y a la amenaza prin- cipal (definidas en la matriz DOFA)						

Caracterización de las actividades que agregan valor

En la literatura asociada a la competitividad y a la estrategia, uno de los autores que ha desarrollado la identificación de las actividades que agregan valor en la cadena es Michael Porter, quien ha trabajado la temática de la competitividad con una perspectiva integral, y fundamentalmente su enfoque económico hace posible la extrapolación al entorno de los sistemas productivos dado que, en su definición de la cadena de valor, aparece la configuración de la estructura empresarial y de ella se derivan las áreas que generan valor agregado para el sistema productivo. Por otra parte, permite contrastar el contexto interno con las cinco fuerzas competitivas propias del contexto externo.

Bajo la consideración anterior, se definen a nivel interno cinco actividades primarias y cuatro secundarias (ver Figura 1.2).

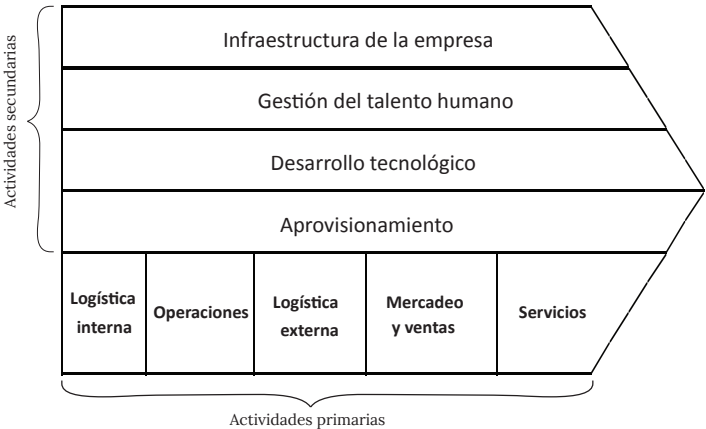


Figura 1.2. Cadena de valor de Porter

Fuente: Porter, M. E. (2008). *Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la Estrategia*, Harvard Business School, Vol. 86, Pág. 58-77

Logística interna: se compone de las actividades previas a la transformación de las materias primas. Incluye el manejo, la planificación y el control de las mismas. En ese orden de ideas, la recepción de las materias primas e insumos requeridos para la transformación son actividades primarias, también se asocian a

CAPÍTULO 4
SINCRONIZANDO EL SISTEMA

Guillermo Alberto Fonseca Villamarín

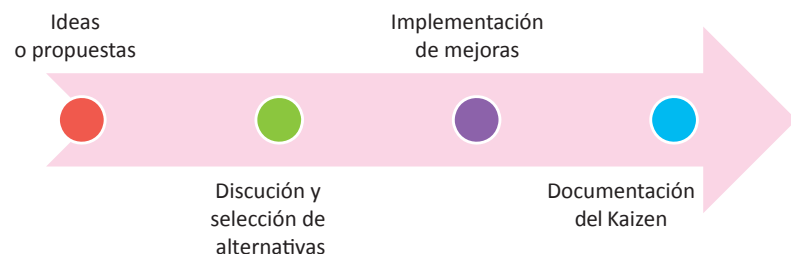


Figura 3.3. Síntesis de los pasos para implementar Kaizen

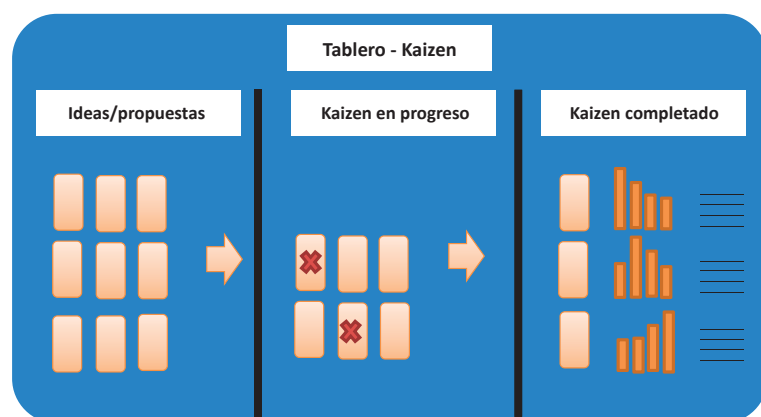


Figura 3.4. Tablero Kaizen

los medios para la distribución de estos recursos. Al ser el primer eslabón de la cadena, su impacto es decisivo en la generación de valor agregado.

Operaciones: son las actividades productivas mediante las cuales se efectúa una transformación o cambio en las propiedades físicas y químicas de manera definitiva. También hacen relación a los procesos de fabricación del producto, es decir, a la secuencia de pasos que se siguen para la generación del producto terminado. Estas dependen de la logística interna y de la sincronización con la misma, de manera que, entre mayores sean la eficiencia y la eficacia en los procesos, mayor será el valor agregado obtenido. Estas operaciones dependen del núcleo del sistema productivo. Por ello son específicas de cada contexto organizacional o industrial. Por ejemplo, los procesos de moldeo, deformación plástica, maquinado, ensamble, entre otros.

Logística externa: se compone de las actividades responsables del posicionamiento de los productos terminados en los puntos de distribución y venta. Complementa la función de las operaciones con base en la disponibilidad en tiempo, cantidad y calidad requeridos por el cliente para los productos terminados. Debe permitir la conservación de las propiedades del producto desde su origen en las instalaciones de la empresa, pasando por la infraestructura de almacenamiento temporal hasta su localización y ubicación en los destinos definidos por el cliente.

Mercadeo y ventas: comprende las actividades de acercamiento, información y búsqueda de la satisfacción de los requerimientos del cliente. Considera también los aspectos productivos, competitivos y la capacidad de respuesta del sistema productivo que la empresa pone a disposición de los clientes. Son un núcleo esencial en la gestión del negocio y aportan la sustentabilidad económica.

Servicios: son actividades transversales que se combinan para cubrir las necesidades desde los procesos internos de la compañía hasta el manejo y la atención a los clientes. Su función predominante es la de ofrecer garantías para el uso, la operación y el mantenimiento seguro de los productos fabricados, distribuidos y vendidos.

Estas actividades primarias se consideran el cimiento fundamental de la generación de valor agregado, en las cuales predominan las necesidades de ordenamiento y reducción de despilfarros, dado que sus interacciones impactan sobre el rendimiento y la operatividad de la compañía.

Diagnóstico de la cadena de valor

Para desarrollar un diagnóstico de la cadena de valor, se debe elegir una metodología que facilite el reconocimiento de los eslabones que componen la cadena de valor, por lo cual es clave que, luego de identificarlos, se realice un mapeo de los mismos. Dadas las características propias de Colombia, se sugiere la metodología que propone la CEPAL:

El mapeo es una técnica que ayuda a identificar los diferentes actores de una cadena de valor, sus funciones y grados de poder, así como sus interdependencias. Permite reconocer qué actores y relaciones deben ser estudiados dentro de los eslabones, así como cuál información se necesita reunir y dónde se llevará a cabo el trabajo de campo. (CEPAL, 2014).

Esta técnica es un complemento de las que se trabajarán en los capítulos 2 y 3 de esta guía.

Se recomienda que esta identificación inicie desde el núcleo productivo o el sistema productivo de la empresa. Para ello, se propone la matriz del Cuadro 1.7.

Cuadro 1.7. Identificación de los actores de la cadena de valor

N.º	Pregunta	Actor (breve descripción)
1.	¿Cuál(es) es (son) el(los) núcleo(s) de los procesos de transformación en la cadena de valor?	
2.	¿Cuáles son los principales eslabones de la cadena de valor (encadenamientos hacia atrás y hacia delante de bienes y servicios)?	

Implementación de las mejoras: se seleccionan las mejores alternativas de mejora a partir de las ideas presentadas y discutidas. De esta manera, contando con la retroalimentación del líder del equipo Kaizen, se procede a realizar los cambios necesarios para llegar a la mejora propuesta. (ver Cuadro 3.13).

Cuadro 3.13. Formato para el Kaizen completado

Área o unidad productiva – Kaizen en completado				
Antes	Después	Efecto 1	Efecto 2	Fecha finalización
Nombre del Colaborador	Área/Unidad	Líder Eq. Kaizen		Fecha

Documentación y registro: se realiza el proceso de registro de las mejoras o lo que se conoce como registrar el Kaizen. Este registro se compone de un formato en el cual se consignan los estados previos a la mejora, luego de la mejora, y finalmente los efectos generados por la mejora. (ver Figura 3.3).

El líder del equipo Kaizen tiene, como función principal proveer la guía, el acompañamiento y la retroalimentación frente a las propuestas de los empleados. Luego debe coordinar la secuencia de las acciones más adecuada para la implementación de las mejoras con el apoyo del equipo Kaizen y que el conocimiento compartido entre todos se socialice y se compartan las experiencias. Los registros de cada etapa se pueden establecer en un tablero de comando o tablero Kaizen en el que se encuentren las ideas, el progreso de las mejoras y los resultados de los Kaizen completados. (ver Figura 3.4).

Cuadro 3.11. Formato para la recolección de información

Área o unidad productiva - idea o propuesta			
1. Identifique el problema:			
2. Cambios o mejoras sugeridas:		3. Efectos esperados:	
Nombre del colaborador	Área/Unidad	Líder Equipo Kaizen	Fecha

Discusión de las ideas: se examinan los pro y los contra de cada una de las ideas presentadas en el paso anterior, considerando las recomendaciones del líder del equipo Kaizen. (ver Cuadro 3.12).

Cuadro 3.12. Formato para los Kaizen en progreso

Área o unidad productiva - Kaizen en progreso			
Antes (descripción del proceso que puede incluir una foto):		Después:	
Efectos o impactos			
Nombre del colaborador	Área/Unidad	Líder Eq. Kaizen	Fecha

N.º	Pregunta	5	4	3	2	1
3.	¿Qué participación tiene cada uno de los eslabones en el valor agregado total de la cadena?					
4.	¿Cuáles son las características principales de los productos o servicios de cada eslabón, en particular los factores de producción utilizados y el ciclo de vida?					
5.	¿Han surgido o desaparecido nuevos actores (competidores), se ha modificado el liderazgo de la cadena?					

Fuente: Adaptado de CEPAL. (2014). Fortalecimiento de las cadenas de valor como instrumento de la política industrial. Metodología y experiencia de la CEPAL en Centroamérica. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Herramientas de diagnóstico

Luego de establecer los aspectos centrales dentro del diagnóstico, se deben explorar otros elementos que son característicos y necesarios para la consolidación de esta fase y que hacen referencia a las herramientas que permiten la identificación y la determinación de las situaciones o eventos que inciden sobre la problemática. Algunas de dichas herramientas que se utilizan con mayor frecuencia en el sector industrial y, específicamente en el de manufactura, son el árbol de problemas-AP, idef0, la encuesta y el mapeo de la cadena de valor actual o VSM (Value stream mapping).

Árbol de problemas (Ishikawa)

Presenta un esquema gráfico en el cual se definen puntualmente las causas principales, fuentes del problema central y sus relaciones. También se definen los efectos que se derivan del problema central a trabajar o, para el caso de los sistemas productivos, aquellos resultados que impactan sobre la normal gestión operativa y, fundamentalmente, sobre la productividad de la empresa.

Hacia 1943, el ingeniero japonés Kaoru Ishikawa presentó un desarrollo técnico orientado a la identificación de los aspectos que impactan sobre la calidad de los productos, y lo denominó el diagrama espina de pescado por su similitud con el esqueleto de los peces. La idea fundamental de este diagrama es considerar al menos seis (6) aspectos que inciden sobre el desarrollo de una actividad. En principio, se configuran las causas y los impactos que el talento humano puede generar, luego se asocian las máquinas y el medio ambiente. Por otra parte, los materiales y su relación con los métodos de trabajo para, finalmente, analizar las mediciones o indicadores (Ishikawa, 1986), (Alonzo Escudero, 2016). Por lo anterior, su utilidad en la implementación de LM es clave, siempre y cuando esta herramienta se integre con las que ya se han mencionado. (ver Figura 3.1).

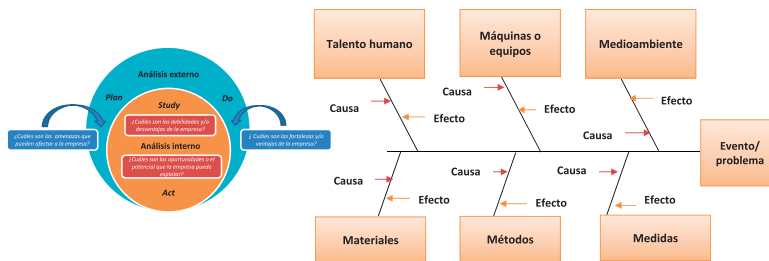


Figura 1.3. Integración de herramientas diagnósticas (PDSA-DOFA-AP)

Ejemplo práctico

La empresa Marc Co. es una compañía ensambladora de refrigeradores. En los últimos años la dirección de la compañía ha venido trabajando en la satisfacción de los requerimientos de los clientes dado el crecimiento de la demanda de su producto estrella Big Fridge, que se ha orientado al mercado de familias pequeñas que habitan en apartamentos reducidos, por lo cual la ocupación de espacio es un criterio importante al momento de elegir un refrigerador.

Dentro de la línea de producción, la jefatura del área de ensamble ha encontrado que la capacidad de la bodega de producto terminado -PT-, excede la capacidad del área dispuesta para almacenamiento temporal. Debido a esto, el producto terminado

Un modelo de cultura organizacional debe estructurarse, según el profesor Edgar Schein, con base en los tres niveles que, de manera general, es posible encontrar en un contexto empresarial.

Es decir, los elementos visibles o tangibles y los elementos intangibles o invisibles. (Schein E., 2010). (ver Figura 3.2).



Figura 3.2. El ABC de la cultura organizacional

Fuente: Schein E. (2010). *Organizational Culture and Leadership*. San Francisco (US): Jossey-Bass A Wiley Print.

Pasos para la implementación de Kaizen

Recolección de información: aquí el conocimiento del empleado permite que a través de un proceso de revisión de las necesidades operativas, productivas o de una lluvia de ideas se presenten propuestas con el fin de establecer mejoras a las actividades que cotidianamente se realizan en la planta para luego ser compartidas con el líder del equipo Kaizen. (ver Cuadro 3.11)

Cuadro 3.10. Matriz comparativa de esquemas empresariales: tradicional y Kaizen

Esquema tradicional	Esquema Kaizen
La solución de los problemas se deja a expertos o altos representantes de la empresa.	La solución metódica, científica y argumentada está en manos de cualquiera de los colaboradores.
Los riesgos son adversos y no se mide su implicación.	La toma de riesgos se hace inteligentemente midiendo su incidencia.
El líder siempre tiene la respuesta o la razón.	El líder es curioso y busca respuestas con base en información y en las mediciones.
Se privilegia el respeto por el lucro de la empresa.	Se privilegia el respeto por las personas y se valora su experiencia.
Se buscan los culpables de los errores.	Se buscan las causas principales de los errores con base en las mediciones y la información.
Se castiga a los culpables de los errores.	Se muestra respeto por el colaborador y se indaga en el porqué del error.
El liderazgo se da por autoridad y poder.	El liderazgo se construye con el ejemplo y la humildad.
Se aumenta el valor a través de la adicción de capital.	Se incrementa el valor a través de eliminar lo innecesario.

Fuente: Miller J. Wroblewski M. & Villafuerte J. (2014).
Creating a Kaizen Culture. New York (US): McGraw-Hill Education.

Cultura organizacional

Existen tres elementos que permiten caracterizar la cultura organizacional. Este aspecto es clave al momento de iniciar el proceso para considerar la implementación de Kaizen entendiendo su aporte para la implementación de Lean Manufacturing.

se acumula a la salida del área de ensamble del compresor y el radiador de los refrigeradores.

Para este ejemplo, la primera condición a destacar parte de establecer la problemática y las causas principales que la conforman. Esto permitirá generar las alternativas de solución a la situación que se busca mejorar.

La situación aquí presentada es una combinación de aspectos reales e hipotéticos, por lo cual los supuestos realizados se basan en situaciones cotidianas que son observadas en el devenir diario de una línea de producción, una fábrica o un taller.

La caracterización de la problemática mediante el uso del árbol de problemas, para este caso, requiere declarar la situación que genera la necesidad de mejora, es decir, una acumulación de producto terminado en el área de almacenamiento temporal que está afectando la sección final de la línea de ensamble de refrigeradores, específicamente, la del producto Big Frigde (Figura 1-4).

El análisis, entonces, debe conducir a la delimitación de las causas asociadas a aspectos cuya característica se origina en la interacción del talento humano con la maquinaria, el equipo, la infraestructura y las condiciones de trabajo. Estos aspectos se ubican en la parte superior del esquema de causa y efecto. El siguiente paso es la formulación de proyectos para eliminar o mitigar las causas encontradas.

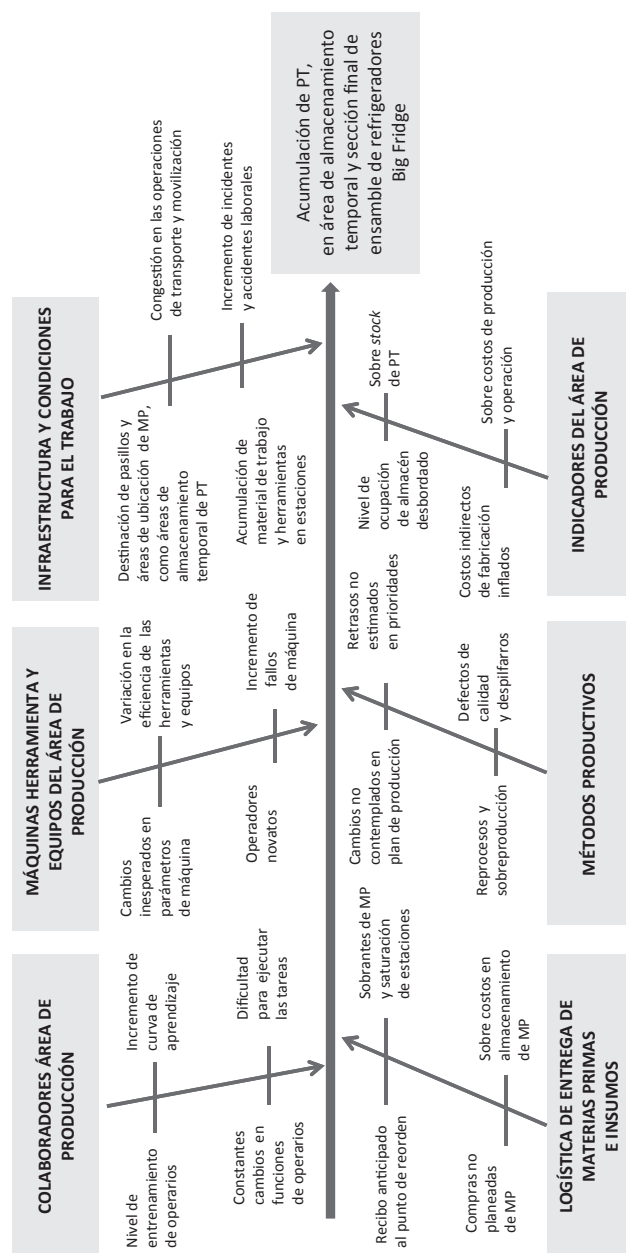


Figura 1.4. Ejemplo aplicado de diagrama causa - efecto

configuraron un programa de entrenamiento que incluía la industria local a través de acompañamiento para mejorar pequeñas cosas con el uso del equipo disponible, así mismo, enfocó esta filosofía (*Kaizen*) en propiciar el respeto por el empleado. Luego Deming contribuiría a la configuración de los pasos para la reducción del desperdicio o despilfarro, combinados con el respeto al empleado y con la génesis del concepto de valor agregado para el cliente. Esta visión animó a Taiichi Ohno para el desarrollo del TPS (Toyota Production System). (Cheser R., 1998).

La cultura Kaizen

Una manera de explicar la esencia de la cultura Kaizen consiste en generar pequeños cambios que, de manera progresiva, se alinean con propósitos de mejoramiento de la empresa, los cuales impactan secuencialmente mayores áreas de la compañía. Así mismo, dichos cambios deben ser sostenibles en el tiempo e involucran el talento humano y los recursos disponibles. De esta manera, permiten asumir riesgos de forma inteligente.

Como elemento adicional, la cultura Kaizen establece que para materializar una mejora se requiere paciencia para la resolución de problemas con base en elementos metodológicos y científicos, soportados en registros claros de la información. Esto requiere que los líderes sean curiosos e inspiren a sus colaboradores a través del respeto por las ideas de cada integrante del equipo.

Por otro lado, la concepción filosófica de Kaizen se enfoca en establecer el porqué, más que en la penalización por cometer errores; aquí es donde la dirección, la humildad y el liderazgo construyen a base de ejemplo. Para concluir, todo lo anterior ayuda a construir valor agregado y confianza, y permite eliminar aquellos elementos que son innecesarios en las actividades productivas de la compañía. (Miller J. Wroblewski M. & Villafuerte J., 2014). A manera de ilustración, en el Cuadro 3.10 se observa un comparativo entre la empresa con una cultura tradicional y la empresa bajo la sombra de una cultura Kaizen.

nada laboral es de 8 horas al día equivalentes a 28.800 segundos. Aplicando la fórmula, tenemos:

$$Takt\ Time = \frac{28.800\ seg/día}{116\ nev/día} = 248\ seg/nev$$

El Takt Time nos arroja que se requieren 248 segundos, o el equivalente de 4,13 minutos, para fabricar una nevera.

Para el cálculo del tiempo disponible hay que hacer la siguiente consideración, si se tiene en cuenta los tiempos de no producción, es decir, el tiempo que se detiene el proceso para que los operarios almuercen y descansen, y el tiempo promedio de paradas, en el que, según estadísticas, se detienen las máquinas por daños o faltantes. Si se incluyen, el tiempo disponible será menor, por consiguiente, el tiempo para fabricar una unidad será menor.

Kaizen

Muchas organizaciones en la actualidad, debido a los rápidos cambios en los procesos económicos, productivos y sociales, han visto cómo sus esfuerzos no permiten hacer uso de todo el potencial que tienen para innovar. En ese sentido, algunas prácticas que se llevan a cabo al interior de sus núcleos de negocio los llevan por el camino de un ciclo sin fin que los condena a reaccionar de manera improvisada y desconociendo las experiencias pasadas. (Haun, 2015).

Dentro de las tendencias que la industria explora, emprende y desarrolla, surge una que parecería ser una innovación, pero que en realidad es tan antigua como la muralla china. Los orientales han entendido la importancia del mejoramiento, cuya aplicación debe hacerse bien y sostenerse para consolidar su posición. Por ello, la palabra Kaizen es una composición de dos vocablos básicos del kanji-japonés. Por un lado, Kai significa cambio, y por otro, Zen significa bien. Esto pasó de ser una práctica cultural a una filosofía de vida o, como se conoce en el lenguaje actual, un estilo de vida, el cual ha estado muy ligado a las culturas china y japonesa. Durante la Segunda Guerra Mundial los Estados Unidos

La encuesta

Este instrumento permite la consolidación de los elementos hallados con el uso y la combinación de las herramientas antes mencionadas, de manera que se logre definir una compilación de preguntas que darán como resultado un diagnóstico preliminar de la situación, que luego servirá de insumo para el desarrollo del análisis de flujo de valor y su mapeo a través del VSM.

Con base en lo anterior, se diseñó una encuesta que busca determinar por medio de preguntas el grado de implementación de la metodología de Lean Manufacturing al interior de las organizaciones. La encuesta está dividida en secciones de trece (13) preguntas cada una. La primera sección se compone de preguntas generales sobre la organización, cuyo propósito es la identificación y contextualización de la complejidad, el tamaño, el nivel de utilidades, las exportaciones. Así mismo, la estandarización, la eficiencia y el cumplimiento de sus procesos con relación a la capacidad empleada. La segunda sección se compone de preguntas específicas en cuanto a la gestión de Lean Manufacturing, que deben ser contestadas por una o varias personas que conozcan cómo se gestionan los procesos internos de la empresa. A cada pregunta se le da una calificación de cero a cinco (0 a 5), donde cinco (5) corresponde a la gestión ideal, según los preceptos de Lean Manufacturing.

Como guía para una calificación más precisa, cada pregunta se complementa con una descripción de características de gestión, y en la que una calificación en el rango entre cero y uno (0 a 1) corresponde a un nivel nulo o muy bajo de implementación; por consiguiente, las características de este rango son de igual manera inexistentes o muy básicas. A medida que el rango de calificación aumenta, las características identificadas en cada rango son más completas y se van acercando al nivel ideal, definido por Lean. El objetivo del evaluador es determinar una calificación, a partir de las características de Lean, que mejor describan la gestión real de la organización. Para una mejor comprensión de lo descrito, la Figura 1-5 muestra el ejemplo del aspecto “2.1 Apoyo gerencial”, según las prácticas de Lean Manufacturing.

Al promediar las calificaciones de las organizaciones encuestadas, se ha obtenido un promedio general de 3.01, el cual muestra

una brecha importante para alcanzar el nivel óptimo de implementación de la metodología de Lean Manufacturing.

Este promedio resulta interesante si se compara con el resultado de la organización estadounidense Association for Manufacturing Excellence –AME–, que en el 2007 realizó una medición similar para 80 empresas y obtuvo como resultado un promedio de 1.22. Aparentemente esto quiere decir que las empresas evaluadas en este estudio tienen mejor gestión en las prácticas Lean, pero teniendo en cuenta que el estudio de AME fue hecho en el 2007, las empresas estadounidenses deberían estar hoy, más de nueve (9) años después, en un nivel muy superior, lo que ubicaría a la empresa nacional en un atraso de competitividad.

2.1 Apoyo gerencial *

- [0] Si la administración no tiene conocimiento de los conceptos de Lean y no tiene ningún plan para implementar la estrategia. No hay entrenamiento para la mayoría de los administradores.
- [1 - 1.9] La gerencia es consciente de los conceptos de Lean, pero no los ha racionalizado para su funcionamiento. No hay evidencia del pensamiento Lean entre los empleados o los procesos de gestión.
- [2 - 2.9] La administración entiende completamente los conceptos de Lean y ha tomado la decisión de aplicar, pero no se ha desarrollado una visión o plan formal para la implementación. La administración da permiso, pero no se ve iniciativa de apoyo visible.
- [3 - 3.9] Hay un plan formal para implementar Lean. Equipo de ejecución ha empezado a trabajar en áreas específicas. Existen algunos indicadores. La administración muestra evidencia de encaminar su charla por entrenar y apoyar.
- [4 - 4.9] La administración fomenta un ambiente Lean. Equipos de implementación involucrados en toda la empresa. Un experto en Lean se le ha dado la responsabilidad de supervisar el programa Lean. Indicadores desarrollados, visibles e incluyen el sector financiero.
- [5] Lean se ha convertido en la manera de hacer negocios. La Administración apoya firmemente Lean & el Mejoramiento Continuo. Las prácticas contables apoyan Lean, como hacer de los sistemas de recompensa y reconocimiento.

Figura 1.5. Sección de apoyo gerencial

que el tiempo de entrega es el tiempo que tarda en fabricarse el producto que utiliza el semiterminado. El material y la tarjeta estarán ubicados en el área de la máquina que fabrica el semiterminado y será monitoreado el nivel de inventario por el operador de la máquina.

Takt Time

El Takt Time es el ritmo con el que se debe fabricar una unidad de producto, según una cantidad demandada, con el fin de conocer si el proceso está en capacidad de cumplir el requerimiento. El empleo de esta herramienta permite identificar rápidamente el cuello de botella con antelación, es decir, desde el momento en que se está negociando con el cliente; y balancear los procesos al ritmo requerido en cuanto al uso de las máquinas y al empleo de la mano de obra. En sentido contrario, permite establecer cuáles procesos tienen una capacidad amplia y tomar medidas para darles un mejor uso. En el caso de que el proceso no tenga capacidad de cumplir, se deberá iniciar un programa de mejoramiento para aumentar la capacidad y/o la eficiencia o para no aceptar el pedido.

El buen empleo del Takt Time depende de que los procesos estén estandarizados y sus fluctuaciones sean pequeñas, ya que de lo contrario se corre el riesgo de no cumplir con la demanda. (Pujo, 2015).

La fórmula para el cálculo es:

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda}$$

Donde el Tiempo disponible es la duración de la jornada laboral medida en segundos y la Demanda es la cantidad de unidades a producir al día.

Ejemplo de cálculo

Retomando los datos del ejemplo de la empresa de neveras, se definió que se iban a fabricar 3.000 neveras al mes, equivalentes a 116 al día, ya que se trabajan en promedio 26 días al mes. La jor-

de Kanban o en otras palabras la cantidad de tornillos que determina la reposición del el inventario.

Reemplazando los datos, la fórmula queda así:

$$\# K = \frac{(4 \text{ días} * 1.500 \text{ unds. al día} + 3 \text{ días} * 1.500 \text{ unds. al día})}{500 \text{ unds}}$$

$$\#K = 21$$

El número de kanban (K=21) será el número de empaques del material en la bodega que determinará el momento para tramitar la orden de compra. Para lograr esto, se debe colocar una tarjeta claramente visible en el compartimiento de los tornillos que señale la cantidad de 21 empaques para su agotamiento y para que el encargado de la bodega solicite la compra.

Para agilizar el trámite de la compra del material, esta tarjeta debe contener las siguientes informaciones; descripción del material, la cantidad de unidades por empaque, unidad de medida, ubicación en la bodega, nombre del proveedor, de ser posible una foto del material, la cantidad a comprar (de 21.000 unidades), así como también la fecha en la cual se calculó el Kanban y la fecha de revisión (que en este caso será 6 meses después) para un posible recálculo.

El primer día de manejo del material por Kanban se deberá realizar una contabilización del mismo y colocar la tarjeta marcando el punto de los 21 empaques. De ahí en adelante el encargado de la bodega entregará a la línea de producción diariamente la cantidad de 1.500 unidades o la cantidad que solicite la línea de producción. En el momento en que al entregar el material surja la tarjeta, deberá proceder a gestionar la compra con la información impresa en la tarjeta, el inventario remanente será el suficiente para que llegue su reposición sin afectar la producción. Mientras llega el nuevo inventario, la tarjeta se ubicará en un tablero que esté a la vista para seguimiento de las órdenes de compra en tránsito.

Para el caso en que se necesite Kanban en un material semiterminado, se emplea la misma fórmula, pero teniendo en cuenta

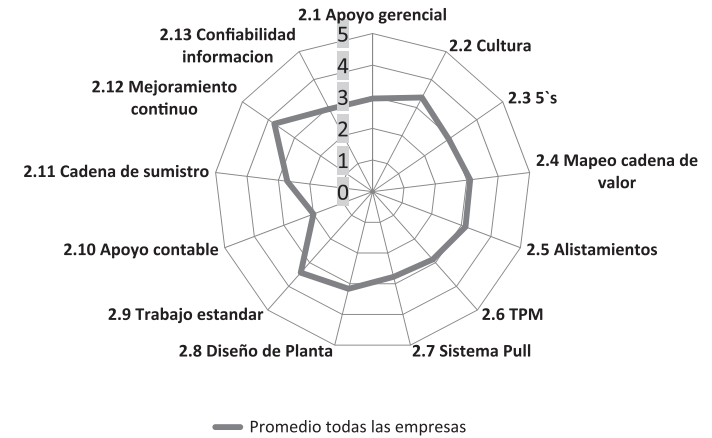


Figura 1.6. Promedio de las empresas

La Figura 1.6, en forma de gráfico radar, muestra el resultado de las organizaciones encuestadas en cada uno de los trece (13) aspectos evaluados. Se resalta la calificación de dos (2) del aspecto “2.10 Apoyo Contable al proceso de mejoramiento”, que es la menor calificación de todos los aspectos evaluados. Se puede deducir que, en términos generales, las industrias en Colombia, en relación con sus áreas financieras, no proveen las informaciones necesarias y oportunas a las áreas operativas, midiendo y detallando el impacto de las decisiones de la operación y de los proyectos de mejoramiento dentro del resultado financiero de la organización. Esta desconexión entre el área financiera y las operativas impide conocer de forma oportuna el origen de los desperdicios; por consiguiente, los esfuerzos y recursos asignados para mejorar no se focalizan en las causas raíces de los problemas. Esta baja calificación también pone de manifiesto el escaso liderazgo del área financiera, para conocer con mayor detalle las actividades de los procesos productivos.

Mapeo de la cadena de valor o VSM –Value Stream Mapping–

Es una herramienta que, por medio de iconos y gráficos, muestra la secuencia y la relación de los procesos, el movimiento de la información, los materiales y las diferentes operaciones que

componen la cadena de valor y los tiempos que se invierten en ejecutarlas.

El VSM es, entonces, una herramienta de diagnóstico que permite ver y entender los procesos que intervienen en una orden de pedido e identificar los tipos de desperdicios. Su función principal en la implementación de LM es la identificación de las actividades productivas que no agregan valor, con lo cual se idean proyectos para disminuirlos o eliminarlos e impactar positivamente, no en procesos aislados, sino en toda la cadena.

Implementación

Según Peter Hines y Nick Rich, en el artículo “Siete herramientas del mapeo del flujo de valor del sistema”, el análisis de VSM comprende el uso de siete herramientas principales (Hines Peter & Rich Nick, 1997). Para una mejor comprensión del objetivo de esta herramienta y de la forma en que se construye el diagrama, se presentará una metodología práctica que, en dos sencillos pasos, podrá ser implementada en cualquier empresa.

Antes de iniciar la implementación, es necesario seleccionar el producto o línea de productos sobre los cuales se desarrollará la herramienta y es recomendable escoger el producto o familia de productos con mayores ventas, ya que, al identificar las oportunidades de mejoramiento y ejecutar los respectivos proyectos de mejoramiento, se obtendrán mayores beneficios.

En este apartado, y con el fin de visualizar la forma de implementar la herramienta, se describirá un ejemplo práctico de una empresa que produce cajas personalizadas al cliente y se muestra el proceso paso a paso hasta llegar a la elaboración del VSM actual.

Paso 1: análisis de valor

Para la elaboración del mapeo de la cadena de valor –VSM– se emplea la herramienta de análisis de valor, en la cual se analizan cada una de las actividades que componen los procesos, especificando los tiempos promedio que se requieren para llevarlas a cabo y si la actividad genera o no valor; si no genera valor, se debe identificar qué tipo de desperdicio es. Para llevar a cabo lo anterior, se tienen las siguientes definiciones:

tiempo suficiente, se pueda comprar o fabricar, y el material estará siempre disponible.

- No tener inventario obsoleto. Al emplearse Kanban, el material solo se compra o fabrica cuando se necesita, de esta forma se evita tener materiales que no se usan.

Ejemplo de implementación de un kanban de reposición

A continuación se describe cómo se implementa un sistema Kanban para un material indirecto, o que no figure en el sistema, ya que todos no son susceptibles de ser manejados por este sistema. Se deben escoger aquellos de los que se tiene la certeza de que van a ser requeridos para la producción en un período determinado.

Un ejemplo es un tornillo que se emplea en la fabricación de neveras para el hogar. Dadas sus características, se debe dar una descripción acorde con su uso, así “Tornillo hexagonal d1=M16 x 2 L=3cm”, con el fin de que pueda ser fácilmente relacionada la orden de compra; con la muestra del material cuando llegue y con el momento de emplearlo en el ensamblaje de la nevera.

La cantidad de neveras que se van a fabricar para los siguientes seis meses será de 18.000 unidades; se debe calcular el promedio de tornillos que se requerirán al mes y al día. En este ejemplo, cada nevera requiere 13 tornillos, al mes serán 39.000 tornillos, equivalentes a 1.500 al día, ya que al mes se trabajan en promedio 26 días. Teniendo en cuenta el espacio disponible en la bodega para este tipo de material, se decide que la cantidad a recibir del proveedor será equivalente a entre 10 a 20 días de abastecimiento, es decir, entre 15.000 y 30.000 unidades y que la orden de compra será equivalente a 14 días de trabajo, es decir, 21.000 unidades.

Se define que el tiempo al interior de la empresa para procesar la orden de compra será de 1 día y que el proveedor se tomará 3 días en entregar una vez reciba la orden de compra, ya que es local; y en un empaque de 500 tornillos. Adicionalmente, se define un inventario de seguridad de 3 días para prever algún cambio intempestivo de la demanda, problemas de calidad o de abastecimiento. Con los anteriores datos, se calcula el número

5. Control y evaluación

En esta etapa se realiza un control detallado o evaluación a todo el proceso y a las acciones que se llevan a cabo. Se debe tener una persona encargada, quien deberá responder por la auditoría al proceso en cuanto a la implementación. Se hacen muestras de calidad y mediciones de los tiempos programados en la etapa de diseño. Si en esta etapa se encuentra con algún fallo o error, el encargado deberá tomar las acciones correctoras para que no sigan ocurriendo, fomentando la mejora continua. Al tiempo que cada error, fallo o defecto es considerado como desperdicio y deberá ser eliminado o disminuido.

Las razones para emplear este sistema son:

- Facilitar la administración del inventario de materiales que no están incluidos en el sistema informático de la empresa. Cuando las empresas implementan sistemas de información centralizados, los inventarios de materias primas están entre las prioridades a incluir en ellos. Pero existen materiales que no son materias primas propiamente dichas, sino materiales que se fabrican, denominados semiterminados, indirectos o insumos que, si llegasen a faltar, no podría darse la fabricación del producto final. Por ejemplo bolsas, tornillos, filtros, aceites, recipientes, *wipe*, cepillos, tintas, elementos de dotación de uso obligatorio, semiterminados, etc.
- Disminuir la gestión en su administración. Los materiales semiterminados e indirectos, por lo general, no se incluyen en los sistemas de información, debido a que el esfuerzo que se debe realizar diariamente para cargar el ingreso y descargar el uso se considera muy grande. Alguien debería estar registrando en el sistema código, cantidad, lote, proveedor, orden de compra u orden de fabricación, fecha de llegada y entrada a la bodega, entrada al sistema productivo, orden de producción, cantidad consumida, cantidad devuelta, cantidad rechazada, y garantizando que, al final de un período contable, el inventario real esté en línea con el del sistema; y si a todo este desgaste se suma que el valor financiero de estos materiales no es grande, justifica emplear Kanban.
- Tener siempre disponible el material. Sin necesidad de un sistema informático y empleando señales que indiquen oportunamente que el nivel de inventario es bajo para que, con

- Una actividad agrega valor cuando transforma, es decir, que a unas entradas de información o de materiales al proceso, esta entrega una información diferente o un producto semiterminado o terminado, y se le denomina TC o actividad de tiempo de ciclo.
- Si la actividad no transforma, es entonces un desperdicio; en caso tal, se tienen definidos cinco tipos de actividades de desperdicio (Cuadro 1.8), así: a las actividades de revisión se les denomina V, de transporte se les denomina T, de esperas se les denomina OT, de acumulación (trabajo represado) se les denomina A y de cambio (por ejemplo reuniones) CA.

Cuadro 1.8. Ejemplo de actividades que agregan o no agregan valor

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	EJEMPLO
TC	Tiempo de ciclo, las actividades que transforman son las que agregan valor	Minutos	Actividad que transforma datos o materiales, empa-car, calcular, cortar, pegar, explosionar, mezclar, generar, tomar pedido
T	Actividades de transporte interno	Minutos	Trasladar materia prima de la bodega a la máquina, recibir, recoger, enviar
A	Acumulación	Minutos	Espera interna en el proceso por cola de trabajo, acumulación de cheques por firmar
V	Verificación	Minutos	Revisar documentos, cheques, actas, cálculos, inspeccionar, evaluar, validar, consultar, confirmar, aprobar, analizar, contar
CA	Cambio, prepararse para cambiar el estado del proceso	Minutos	Preparar la máquina para producir, lavado de máquina, buscar herramienta, reuniones, ajustar, negociar, entrenar, actualizar
OT	Otros tiempos, esperas generadas en otros procesos	Minutos	Tiempo de espera mientras otro proceso ejecuta actividades. Esperando confirmación

La empresa de este ejemplo es Cajas ABC, cuya sede tiene dos áreas claramente definidas. Una, en la cual se atiende a los clientes para tomar los pedidos, y dispone de una bodega de producto terminado y las áreas administrativas. La segunda área es donde se encuentran las máquinas para realizar los procesos de transformación y despachos, así como una bodega de materias primas. A nivel de procesos (Figura 1.7) se identifican seis macroprocesos secuenciales, así: ventas, diseño, planeación, compras, producción, facturación / despachos.



Figura 1.7. Macroprocesos

Fuente: elaboración propia

Para cada macroproceso se deben levantar todas las actividades (de forma secuencial), relacionadas con la elaboración de un pedido del producto escogido previamente. Para esto se emplea un formato de análisis de valor (Cuadro 1.9), en el cual se enumera cada actividad, se define el tiempo que se requiere para cumplir con dicha actividad y el tipo, si agrega valor o no, o qué tipo de desperdicio es. Al realizar el levantamiento de las actividades, se deben realizar preguntas a la persona que las ejecuta, tales como:

- ¿Por qué lo hace?
- ¿Algo impide que sus actividades se realicen bien?
- ¿Tiene los medios adecuados para trabajar bien?
- ¿La información que requiere es siempre correcta?
- ¿Con qué frecuencia se presentan errores?
- ¿Existe indicador? ¿Cuántas personas componen el área?

El área de Ventas está conformada por cinco personas, y en el Cuadro 1.9 se muestran las actividades del megaproceso y sus definiciones. El tiempo de las actividades se mide en minutos y al final del cuadro se suman los totales. Para el caso propuesto, en particular, son 293 minutos en actividades que generan valor (TC), 305 minutos en transporte (T), 840 minutos en acumulación (A), 13 minutos en verificación (V), 1.935 minutos en cambio y otros tiempos (CA). El resultado de sumar todos los tiempos es 3.386 minutos y los porcentajes por tipos de actividad son 8.7%

Todos los colaboradores deben tener conocimiento acerca de cada una de las actividades que deben realizar. Y se deben realizar tanto simulacros que den a conocer los posibles escenarios que pueden surgir como las respectivas capacitaciones sobre la toma de decisiones.

Se debe instruir sobre el orden y la asignación de los diferentes tipos de tarjetas, como la tarjeta kanban de transporte, kanban de producción y kanban de señalización. De ahí que cada una de ellas tiene su propio concepto y uso,

4. Poner en marcha el kanban

En esta etapa se pone en marcha el proceso bajo las características del kanban que se ha calculado, es decir, se da el inicio del proceso operativo, donde se deberán tener todas las señales e indicaciones que servirán para administrar y controlar el proceso en el lugar adecuado. Teniendo las señales instaladas en los puntos marcados para control, las reglas bien entendidas por todos los involucrados evitarán confusiones y el entrenamiento será más fácil.

Las tarjetas kanban circulan de la siguiente forma:

- Cuando las piezas necesarias en la línea de montaje se van a utilizar, primero se recoge un kanban de transporte y se coloca en un lugar específico.
- Un trabajador lleva este kanban hasta el proceso previo para obtener piezas procesadas. Retira un kanban de producción de un *palet* (estiba) de piezas procesadas y lo coloca en una posición prefijada. El kanban de transporte se coloca en el *palet* y se transporta a la línea.
- El kanban de trabajo en proceso o kanban de producción, retirado del *palet* en el proceso previo, sirve como tarjeta de orden o instrucción de trabajo que promueve el procesamiento de piezas semiprocesadas aprovisionadas desde el proceso previo.
- Cuando ocurre esto, la tarjeta de producción correspondiente al proceso anterior se retira de un *palet* de piezas semiprocesadas y se reemplaza por un kanban de transporte. (Vásquez, 2007)

- El tiempo de paro planeado.
- Los tiempos de cambios de configuración actuales para calcular el intervalo de reabastecimiento para las establecer las cantidades a ordenar.

Además, el diseño del kanban deberá ser un plan para la implementación del mismo, incluyendo acciones, asignaciones y programa con objetivos de referencia, y deberá responder a una serie de preguntas como:

- ✓ ¿Cuáles serán las señales visuales?
- ✓ ¿Cómo será controlado el material?
- ✓ ¿Cuáles serán las reglas para conducir el kanban?
- ✓ ¿Quién será el encargado de las auditorías y controles?
- ✓ ¿Quién resolverá los problemas?
- ✓ ¿Qué entrenamiento será requerido y adecuado?
- ✓ ¿Cuál es el programa de implementación? (Cabrera R., 2012).

La fórmula para calcular el kanban es:

$$\# K = \frac{(Dpe + SS)}{CC}$$

Donde,

#K = número de kanban

Dpe = demanda en el plazo de entrega = tiempo de entrega*consumo diario

SS = *stock de seguridad* = días*consumo diario

CC = capacidad del contenedor

3. Capacitación

De acuerdo con Velásquez (2011), es necesario entrenar a todo el personal en los principios *kanban* y los beneficios de usarlo. Las características de este sistema de producción requieren de trabajadores multifuncionales con capacidades para trabajar en equipo y fuertemente identificados con la empresa de tal manera que colaboren para su mejora. La reducción del inventario al mínimo supone trabajar bajo una mayor presión, con tiempos más ajustados y una mayor perfección.

en actividades que agregan valor TC, 9% en transportes, 24.8% en acumulación, 0.4% en verificación, 0.1% en CA y 57% en OT.

Cuadro 1.9. Formato análisis de valor para el área de Ventas

FORMATO ANÁLISIS DE VALOR									
ÁREA: VENTAS		CARGO: JEFE DE VENTAS							
TIPO DE PEDIDO: Nuevo diseño estándar		ANALISTA:							
FECHA:									
No.	ACTIVIDADES	Tiempos (en días)						Tiempo	Tipo
		TC	T	A	V	CA	OT		
1									
2	Recibe solicitud de cotización		X					1	T
3	Elaboración de cotización	X						10	TC
4	Entrega de cotización		X					1	T
5	Elaboración de pedido	X						10	TC
6	Elaboración de Orden de Diseño	X						3	TC
7	Verificación si el cliente tiene pagos pendientes				X			10	V
8	Recibo de anticipo y boceto		X					1	T
9	Entrega del recibo del pago y del pedido		X					1	T
10	Envío de la Orden de Diseño y boceto		X					180	T
11	Espera de Diseño						X	1440	OT
12	Recibo de diseño		X					1	T
13	Elaboración de muestra de caja con el diseño	X						10	TC
14	Llamar al cliente para citarlo y aprobar diseño					X		5	CA
15	Espera por llegada del cliente						X	480	OT
16	Cliente hace cambios						X	10	OT
17	Diseñador realiza cambios	X						10	TC
18	Elaboración de muestra con los cambios	X						10	TC
19	Aprobación de cliente				X			3	V
20	Espera por cola de trabajo			X				420	A
21	Elaboración de orden de Producción	X						240	TC
22	Espera por cola de trabajo			X				420	A
23	Envío de Orden de Producción física a Producción		X					120	T
24									
		293	305	840	13	5	1.930	3.386	22
		6.7%	9.0%	24.8%	0.4%	0.1%	57.2%		

OBSERVACIONES:

Para cada macroproceso, los resultados encontrados en el análisis deben ser organizados en cuadros de resumen como se muestra en la Figura 1.8.

Ventas		
	5	
TC	0,6 d	8,7%
OT	6,4 d	57%
A	1,75 d	24,8%

Figura 1.8. Resumen del megaproceso de ventas

Después de discutir el proceso con todos los involucrados en el área de Ventas, la conclusión es que hay posibilidad de disminuir tiempos en la elaboración del diseño y actividades por acumulación debidas a esperas por cola de trabajo. Adicionalmente, se detectó que se presentan muchos errores en la elaboración de las cotizaciones, en las órdenes de producción y las fechas de entrega; deficiencias que se deben atacar ya que generan sobre-costos y quejas de los clientes. El anterior análisis se repite para cada macroproceso.

Paso 2: construcción del diagrama completo de VSM

El siguiente paso es la graficación de los resultados del análisis de valor de cada macroproceso y, una vez se tienen los tiempos, porcentajes y los análisis de las actividades de cada macroproceso, se grafican sus relaciones y su secuencia. Luego se deben sumar todos los tiempos que agregan valor y los que no agregan valor de todos los macroprocesos para determinar el porcentaje general de las actividades que agregan valor de toda la cadena de valor.

Continuando con el caso práctico, y teniendo en cuenta que un día de trabajo son 8 horas, el primer paso en la construcción del diagrama es recalcular los tiempos tomados en minutos y pasarlos a días. En la Figura 1-9 se muestra que el resultado final fue de 4.25 días para los tiempos que agregan valor, equivalentes al 20%, y de 17 días para los tiempos que no agregan valor, correspondientes al 80% del tiempo total para atender un pedido. Adicionalmente, el tiempo del proveedor que más demora en entregar su materia prima es de 7 días y la cartera tiene en promedio 32 días para el recaudo con sus clientes.

El siguiente paso es graficar las oportunidades de mejoramiento en el proceso que le corresponde. Por ejemplo, en el proceso de transformación se detectó suciedad y desorden, lo cual genera pérdida de tiempo en los alistamientos. También hay ausencia de estándares de producción lo que dificulta el seguimiento a la productividad de los operarios y ocasiona fallas en los tiempos de entrega del producto.

8. Buscar la reducción del número de kanban al mínimo funcional operativamente.

Prerrequisitos para implementar Kanban

- Polivalencia del personal.
- Flexibilidad en el programa de producción (programa maestro).
- Programa del nivel de producción (cambio rápido).
- Equipo adecuado, mantenimiento productivo total para reducir tiempos muertos, eliminar fallos y defectos.
- Buena organización de la planta (5s).
- Proveedores de confianza al momento de entrega y la calidad.
- Debe existir trabajo estandarizado.

Implementación

1. Recoger información

Se realizará una recopilación de información en la que irá el contenido necesario para caracterizar el proceso de producción, de acuerdo con Vásquez (2007), se debe introducir en la tarjeta Kanban el número de la pieza y su descripción, cantidad requerida, número de piezas que van en los contenedores, tipo de manejo de material requerido, donde será almacenado, el punto de reorden de pedidos y la secuencia de ensamble/producción del producto.

Esta información debe ser real y factible. Además de ser realistas con la capacidad óptima de producción, se debe basar en información obtenida en procesos anteriores.

2. Diseñar el kanban

Después de obtener la información, se calculará el tamaño del Kanban basándose en las condiciones actuales del aparato productivo, y no en los planes futuros o deseos. Los cálculos iniciales usarán:

- Requerimientos de producción.
- La proporción de desperdicio real del sistema.
- La producción actual del proceso.

Kanban de producción: el objetivo del kanban de producción (Cuadro 3.9) es enviar la orden al proceso precedente para que se elaboren más partes.

Cuadro 3.9. Ejemplo tarjeta kanban de producción

Centro de trabajo:	Ubicación:
No. parte a ser producida:	Capacidad del contenedor:
Materiales requeridos: No. Parte: _____ Ubicación: _____	

Se debe tener en cuenta que una tarjeta del kanban debe contener información como: descripción del material, la cantidad de unidades por empaque, unidad de medida, ubicación en la bodega, nombre del proveedor, de ser posible una foto del material, la cantidad a comprar, así como también la fecha en que se calculó el kanban y la fecha de revisión para un posible recálculo.

Reglas para implementar

1. No se debe mandar un producto defectuoso a los procesos subsiguientes.
2. Los procesos posteriores requerirán solo lo que es necesario.
3. Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso siguiente.
4. Balancear la producción (evitar cuellos de botella).
5. Hacer llegar información correcta sin especulación sobre el proceso.
6. El kanban debe moverse solo con el lote teniendo en cuenta que es un medio de información para evitar especulaciones. Además, debe de acompañarse de los productos físicamente.
7. El kanban debe estabilizar y racionalizar el proceso, debe ser procesado en todos los centros de trabajo de manera específica en el orden que se debe producir.

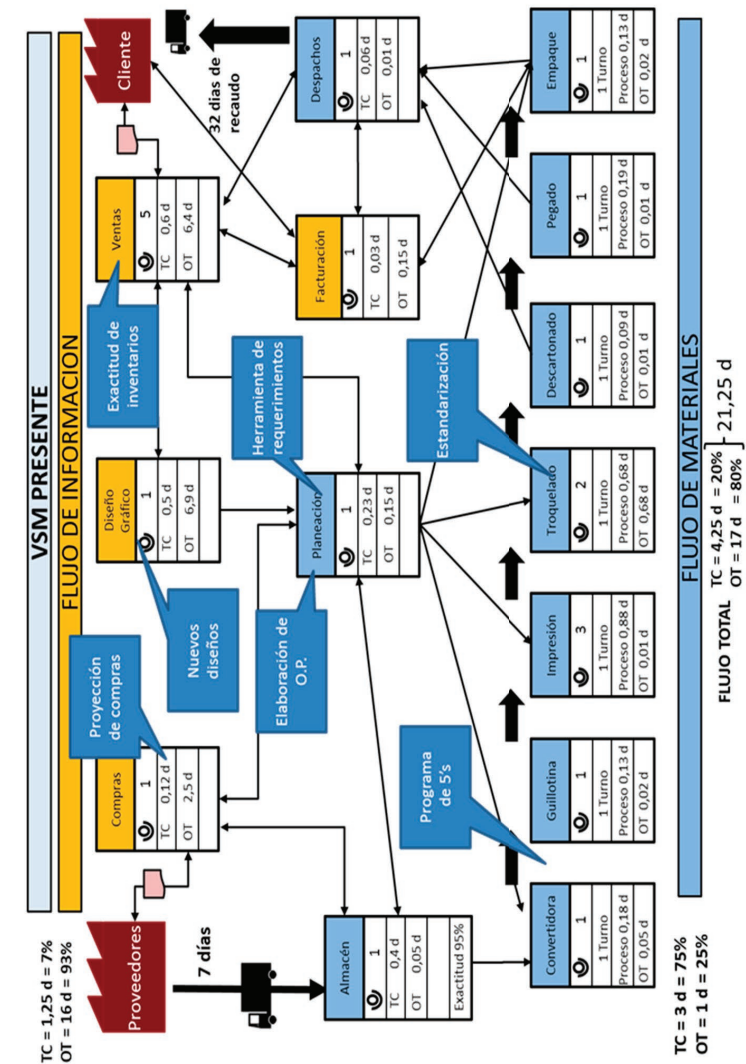


Figura 1.9. VSM presente CAJAS ABC

En conclusión, calcular los porcentajes de las actividades que agregan valor y las que no, es otra forma de medir los procesos. La forma convencional es medir el nivel de cumplimiento y de eficiencia, pero también es cierto que todo proceso es susceptible de mejorar y una forma de determinar el potencial de mejoramiento es conociendo la relación entre las actividades que agregan valor y las que no; relación que debería ser al menos 50% / 50%, ya que en términos ideales por cada actividad que agrega valor se requiere una que no agrega valor.

Consiste, principalmente, en dar instrucciones sobre lo que se quiere producir, la cantidad determinada, qué medios usar y cómo transportarlos. Su significado es “tarjeta de instrucción”. La tarjeta kanban se debe mover junto con el material, logrando con ello la eliminación de la sobreproducción y dando prioridades en la producción a realizar. El kanban con mayor prioridad se coloca en una zona que indica que debe ir primero que los demás, facilitando el control de los materiales. (Cabrera R., 2012)

Objetivos del Kanban

- Mejorar la comunicación entre los procesos
- Producir con base en las condiciones presentes, no sobre pronósticos
- Controlar el inventario
- Prevenir la sobreproducción
- Establecer prioridad de reabastecimiento
- Mostrar limitaciones (cuellos de botella) que pueden ser direccionados por kaizen
- Hacer visible el flujo de material

Tipos de kanban

Kanban de retiro: la tarjeta de transporte o retiro tendrá su uso en el movimiento que se hace de uno a otro centro de trabajo cuando las partes pedidas ya se han producido. La tarjeta de transporte (Cuadro 3-8) tiene como objetivo enviar la orden de producción al proceso precedente para que se elaboren más partes que se necesitarán. En un sistema kanban, el de retiro debe siempre acompañar al flujo de materiales de un proceso a otro.

Cuadro 3.8. Ejemplo de kanban de retiro

Código de material:	Nombre del artículo:
Proceso precedente:	Proceso subsecuente:
Tamaño del lote:	

4. Mejorar los aspectos de la preparación

Después de analizar el video y determinar qué actividades internas pueden ser convertidas en actividades externas, el grupo humano encargado de la implementación de SMED se reúne y, a través de lluvias de ideas, identifica y desarrolla un plan de trabajo para eliminar cualquier tipo de desperdicio y proponer mejoras en la preparación. Entre los aspectos a mejorar, por ejemplo, se tiene la eliminación de toda necesidad de ajuste, cambio de pasadores por cierres rápidos, estandarizar dimensiones, estandarizar herramientas, disminuir la necesidad de control de calidad y mejorar el trabajo en equipo del personal que realiza la preparación.

5. Estandarizar SMED

Esta etapa es muy importante en un proyecto de implementación de SMED, ya que todos los aspectos de mejora realizados hasta la etapa anterior se deben mantener en el tiempo. Una forma de hacer este paso es utilizar nuevamente el video, es decir, realizar una grabación del momento de preparación o cambio mejorado para que se convierta en un estándar.

Primero seleccione el equipo humano de preparación que se encuentre bien acoplado entre sí. Segundo, realice el video; en este punto debe enfocarse muy bien a cada una de las personas involucradas en la preparación, las herramientas utilizadas y los momentos de trabajo en equipo. Tercero, utilice el video para entrenar a todo el personal hasta que logren realizar la preparación de la forma estandarizada. Cuarto, revise el video cada periodo para identificar nuevas oportunidades de mejora y actualizar el método de preparación.

Kanban

Kanban es una palabra en japonés que, en términos de Lean Manufacturing significa “señal de reposición”, debido a que por medio de una tarjeta asignada a un material, se da el aviso de que su inventario llegó a un punto de reabastecimiento. Kanban, es entonces, un sistema que regula, de forma autónoma y manual, el nivel de inventarios de los materiales de entrada de un proceso. (Ang, 2015).

CAPÍTULO 2

PLANIFICANDO LA RUTA

Mónica Patricia Sarria Yépez

Cuadro 3.7. Ejemplo de resumen de tiempo para la actividad general de cambio de troquel

	CAMBIO DE TROQUEL			
ACTIVIDAD GENERAL	DESMON-TAJE	MONTAJE	AJUSTES	
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	Desarme de troquel	Armado de troquel	Sujetadores, troquel, etc.	TOTAL
MINUTOS	70	15	115	200
PORCENTAJE	35,0%	7,5%	57,5%	100%
OBSERVACIONES / POSIBLES CAUSAS / MEJORAS	El tiempo del traslado del troquel se hace con la máquina apagada.	No cuenta con las herramientas adecuadas en el sitio de trabajo.	El control de calidad lo realiza otra persona y no estaba preparada.	

3. Convertir las actividades internas en externas

El objetivo de esta etapa es convertir las actividades internas en actividades externas, es decir, que se puedan realizar mientras la máquina está en operación, disminuyendo el tiempo de parada de la máquina. Por ello, es importante: i) organizar todo antes de iniciar el cambio, ii) utilizar marcas visuales en los ajustes, iii) contar con las herramientas o materiales en el sitio del cambio.

Por ejemplo, si el traslado de una pieza, molde o herramienta actualmente se hace con la máquina apagada se considera como una actividad interna que debe ser cambiada a una actividad de preparación o cambio externa; por ello, se debe planificar que este traslado se realice antes de apagar la máquina, convirtiendo esta actividad en una preparación externa. En este paso haga uso de listas de verificación de secuencias de actividades, control de transportes (distancias reducidas), lista de herramientas necesarias antes de iniciar la preparación de la máquina.

Cuadro 3.6. Descripción de procesos y tiempos de cambio por actividad general

Actividades específicas de: MONTAJE ___ DESMONTAJE ___ AJUSTE ___ Otra: _____ Fecha: _____						
Descripción 1	Operario 1	Operario 2	Ayudante	Tiempo estimado (minutos)	Actividad interna o externa	observaciones
TOTAL (minutos):						

En este capítulo se aborda una primera aproximación al Lean Manufacturing. Por ello se inicia con la capacitación y el entrenamiento, luego se presentan los indicadores más comunes de uso, con una breve explicación de los despilfarros y cómo identificarlos a través de una matriz. A continuación se selecciona el área piloto en la cual se implementarán las técnicas Lean necesarias para alcanzar las metas financieras ligadas a la eliminación de desperdicios, definiendo para cada meta los indicadores que revelarán el nivel de cumplimiento; y todo visualizado mediante un mapa de valor futuro.

Capacitación y entrenamiento

Liderazgo

En el capítulo 1 se identificaron los líderes de la implementación del proyecto Lean, quienes serán los responsables de guiar, con su liderazgo, a los equipos. Por ello, es importante que se desarrollen, además de las habilidades técnicas-profesionales, habilidades personales, como la comunicación efectiva, la escucha, la mentalidad positiva y abierta al cambio, mantener en alto la motivación del equipo y gran motivación por continuar aprendiendo.

En el mercado existen muchas propuestas o talleres dirigidos al desarrollo de liderazgo para el manejo del personal y el logro de metas empresariales. Para conocer con certeza cuáles son las necesidades de capacitación del personal de la empresa, se recomienda hacer uso de la matriz de selección de líderes presentada en el capítulo 1, para determinar cuáles son las debilidades de los colaboradores y planificar la capacitación requerida.

Las siguientes son algunas temáticas que se deben tener en cuenta a la hora de capacitar a los líderes del equipo de implementación:

- Habilidades personales para el liderazgo
- Generación de confianza del personal a cargo
- Negociación
- Manejo de conflictos

Principios y técnicas Lean

La Figura 2.1 muestra la base de la metodología Lean, representada por las herramientas de diagnóstico, operativas y de seguimiento. En particular, como herramienta de diagnóstico se sugiere el mapa de flujo de valor o VSM.

Las anteriores herramientas no son aplicadas por las pequeñas empresas. Matt & Rauch, afirman que las pequeñas empresas no aplican las prácticas LM por iniciativa propia, a menos que estén integradas en una cadena de valor global; además, presentan vacíos de la gestión gerencial y les es difícil contratar personal altamente calificado, debido a las limitaciones de presupuesto.

- El Tiempo de Cambio es la diferencia de tiempo del último artículo producido y el siguiente nuevo artículo producido (nueva referencia), es decir, es el tiempo que transcurre cuando la máquina se detiene para ser preparada, alistada para cambiar de una referencia a otra; y que este tiempo es el que se debe llevar a un solo dígito (menos de 10 minutos).
- Para que sea más fácil implementar SMED se debe contar con el área de trabajo ordenado y limpio, lo cual quiere decir, que se debe contar, por lo menos, con las tres primeras etapas (3'S) implementadas del programa de 5'S (otra herramienta Lean).
- Es necesario, para el éxito del proyecto, concientizar al personal involucrado sobre el alcance y los beneficios de disminuir los tiempos de preparación.

Implementación

1. Seleccionar una máquina o equipo de trabajo que normalmente sea un cuello de botella con tiempos largos de preparación. Y seleccione un equipo de implementación multidisciplinario que incluya personal técnico, ingenieros y la gerencia.
2. Identificar las actividades de preparación internas y externas. Realizar un análisis de la situación a través de la observación de las operaciones en el proceso seleccionado. Elabore un listado de todas las actividades generales y específicas que actualmente se realizan en el momento del alistamiento o preparación de la máquina; también mida el tiempo utilizado en cada una de las actividades y registre el o las personas involucradas (columnas 1 a 5 del Cuadro 3-6). Los tiempos se pueden tomar con cronómetro en mano; también se puede hacer realizando un video que, posteriormente, sea analizado por todo el equipo multidisciplinario encargado y que arrojará información de las alteraciones, desperdicios y la identificación de las actividades de preparación internas (todas las tareas que solo pueden hacerse estando la máquina parada) y externas (las tareas que pueden hacerse con la máquina en funcionamiento). En la última columna del Cuadro 3-6, señale con la letra I si es una actividad interna, o con la letra E si es una actividad de preparación externa. En el Cuadro 3-7 se presenta un ejemplo que resume la información hallada para la actividad general de cambio de troquel.

**CONOCIMIENTO DE 5'S. Persona encuestada:		
La persona logra definir en qué consiste el programa de 5'S		
Conoce para qué se usan las tarjetas verdes, amarillas y rojas		
Entiende y valora los beneficios del programa 5'S		
PUNTOS POSIBLES: 6. PUNTOS OBTENIDOS =		
TOTAL AUDITORÍA : (____/ 44)*100 (puntos obtenidos: ____ / puntos posibles:44)*100		

SMED

Esta técnica nació en Japón como una forma de disminuir el tiempo de alistamiento de equipos para pasar de una referencia a otra, y que permite disminuir los inventarios, aumentar la capacidad de producción y obtener flexibilidad en las referencias de productos con lotes más pequeños y tiempos de entrega más cortos. El objetivo fundamental es, con base en un trabajo creativo del equipo de implementación, lograr que ninguna preparación (tiempo de cambio) utilice más de nueve (9) minutos. Aunque no todos los cambios puedan llegar a esta meta, al utilizar SMED se pueden lograr reducciones considerables en el tiempo de preparación o cambio (Tekin, 2015).

SMED es una herramienta Lean que se encarga de eliminar todas las actividades que no agregan valor en un proceso específico como el tiempo de cambio o de reparación en las máquinas. Por ello, es una de las prácticas que hace parte de la filosofía de Lean Manufacturing, que tiende a eliminar los desperdicios o actividades y tareas que no agregan valor a los procesos y/o sistemas. (Sifuentes, 2016).

Antes de iniciar un proyecto de implementación SMED es fundamental entender que:

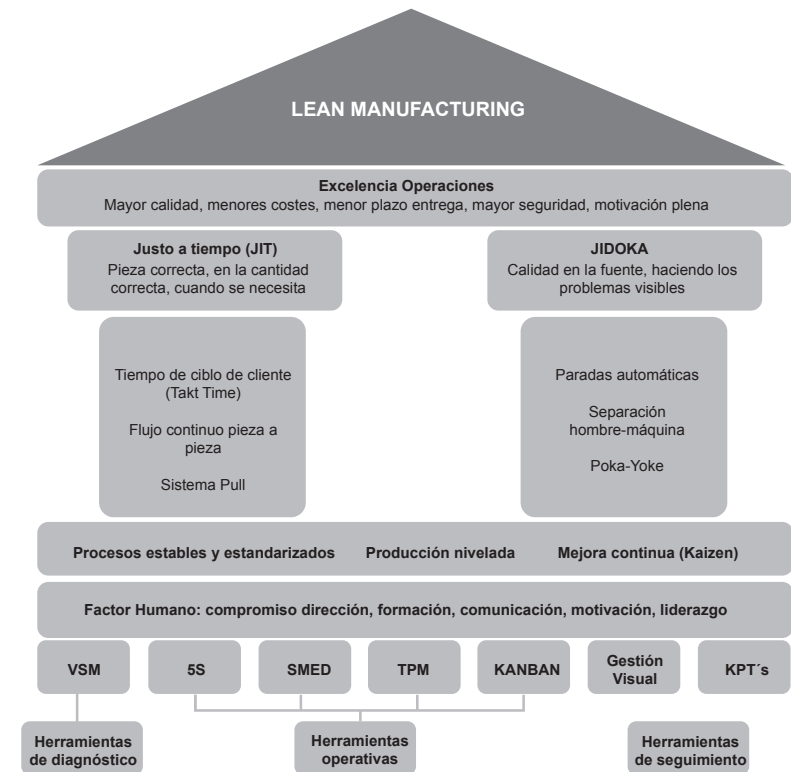


Figura 2.1. Adaptación de la casa Toyota (2009)

Fuente: Hernández Matías & Vizán Idoipe (2013) *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. [On line] <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/Lean-manufacturing-conceptotecnica-e-implantacion>. Madrid España, pág. 18.

A continuación se presentan varias prácticas utilizadas en los proyectos de implementación de Lean con el objetivo de que el lector las identifique, comprenda sus componentes generales y decida si la empresa cuenta con las condiciones necesarias para implementarlas (Cuadro 2-1); para luego diseñar un programa de capacitación, de acuerdo con las técnicas seleccionadas, apoyándose en el capítulo 3 de esta guía.

Cuadro 2.1. Prácticas Lean

PRÁCTICAS LEAN	PARA QUÉ SIRVE?	VENTAJAS	REQUISITOS MÍNIMOS
Compromiso de gerencia	• Para construir una visión en la alta gerencia de tal manera que se den los espacios para Lean, así como liderar las reuniones de seguimiento y exigir los entregables pactados. • Este compromiso sirve para planificar y presupuestar un plan de incentivos.	• Con un efectivo apoyo gerencial que lidere, motive y exija el cumplimiento de las metas pactadas, toda la organización se siente apoyada, con ánimo de continuar frente a cualquier inconveniente que surja.	• Un gerente dispuesto a apoyar la implementación. • Mentalidad abierta al cambio. • Plan de incentivos para el personal.
Formación del recurso humano	Se entrena a los empleados, tanto a los de mayor cargo, como a los de menor cargo, en la filosofía y principios Lean con el fin de disminuir la resistencia al cambio y como base fundamental para el éxito de la implementación de Lean. Acción que se puede orientar como una academia en donde los líderes son maestros de los demás empleados.	• Creación de grupos de empleados listos a la resolución de los problemas que surjan en la implementación del proyecto Lean.	• Que todos los trabajadores estén implicados en la implementación de Lean (al menos una persona encargada de las acciones de mejora). • Los propios trabajadores deben promover el cambio.

PUNTOS POSIBLES: 6. PUNTOS OBTENIDOS =		
3'S- LIMPIAR. Meta: área de trabajo aseada		
¿Están limpias las áreas de trabajo?		
¿Los equipos, máquinas y herramientas están limpias?		
¿Las estanterías están organizadas y limpias?		
¿Los manuales de limpieza se siguen?		
¿El programa de limpieza es visible?		
¿El programa de limpieza se cumple?		
PUNTOS POSIBLES: 12. PUNTOS OBTENIDOS =		
4'S- ESTANDARIZAR. Meta: un modelo a seguir		
¿La información de implementación de 5'S esta de forma visible?		
¿Se respetan las reglas?		
¿Los estándares establecidos son conocidos por todo el personal del área?		
PUNTOS POSIBLES: 6. PUNTOS OBTENIDOS =		
5'S- DISCIPLINA. Meta: hábito de orden y limpieza mantenido en el tiempo		
¿Los trabajadores conocen exactamente sus responsabilidades y la programación de 5'S?		
¿Se realizan las auditorías constantemente?		
¿Las personas conocen la calificación de las auditorías previas?		
¿Se ha cumplido con las inconformidades y acciones recomendadas en las auditorías previas?		
PUNTOS POSIBLES: 8. PUNTOS OBTENIDOS =		

En el Cuadro 3.5 se presenta un ejemplo de ficha para realizar las auditorías, contiene preguntas mínimas (que pueden ser ajustadas, de acuerdo a las necesidades de su empresa), para cada una de las etapas de implementación del programa de 5'S, que se evalúan desde 0 (no cumple), 1 (cumple en algunas ocasiones) hasta 2 (siempre cumple). Para calcular el puntaje, se suman los puntos obtenidos para cada área, se divide entre los puntos posibles a obtener (44 puntos) y este total se multiplica por 100.

En la columna de las observaciones se deben indicar las inconformidades encontradas y asignar las acciones para corregir identificando un responsable y una fecha de entrega.

Para el módulo de preguntas relacionadas con el conocimiento, se debe incluir el nombre de la persona encuestada por si es necesario fortalecer las capacitaciones, de tal forma que se pueda realizar un seguimiento de la comprensión del programa de 5'S.

Cuadro 3.5. Formato base de auditoría 5'S

ÁREA AUDITADA: LÍDER ÁREA: Fecha:		
AUDITOR: PUNTAJE:	PUNTAJE (0 - 1-2)	OBSERVACIONES
1'S- CLASIFICAR. Meta: solo artículos necesarios		
¿Se eliminaron todos los artículos innecesarios?		
¿Pasillos obstaculizados con artículos?		
Estado de los artículos, ¿rotos, obsoletos?		
PUNTOS POSIBLES: 6. PUNTOS OBTENIDOS =		
2'S- ORDENAR. Meta: cada artículo necesario en su lugar y de fácil localización		
¿Existe un lugar específico para los elementos necesarios?		
¿Cada elemento está en su lugar?		
¿Está señalizado el lugar para cada cosa?		

REQUISITOS MÍNIMOS	VENTAJAS	PARA QUÉ SIRVE?	PRÁCTICAS LEAN
• Conocer con claridad los procesos existentes • Conocer los tiempos de operación. • Conocimiento de la herramienta tecnológica VSM - En caso contrario, se deben analizar los procesos y medir los tiempos (lead time). • Se debe llegar a un acuerdo entre todo el equipo de implementación, de las metas a conseguir, para luego determinar las técnicas o proyectos a seguir como camino para llegar al destino trazado con el VSM futuro.	• Realización, de una manera sistémica y formal, del mapeo que permite encontrar problemas ocultos. • Define las actividades que no agregan valor al producto. • El VSM es una foto actual (punto de partida) que permite la construcción de un mapa de estado futuro de los procesos (por lo que se deberá trazar un plan de acciones de mejora).	Visualizar (representación gráfica) el flujo de material y el de información mientras el producto recorre la cadena de valor para identificar las actividades que aportan valor, las que no aportan valor y los despilfarros.	VSM

PRÁCTICAS LEAN	PARA QUÉ SIRVE?	VENTAJAS	REQUISITOS MÍNIMOS
5'S	Es un método que sirve para cambiar los hábitos en el puesto de trabajo en todas las áreas de la organización. Proviene de cinco palabras japonesas que significan: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener la disciplina.	• Genera un cambio visual que impacta positivamente a toda la organización. • Iniciar con esta técnica permite obtener un logro a corto plazo que motiva al personal.	• Disponibilidad de tiempo para capacitarse. • Mentalidad abierta al cambio. • Compromiso de la gerencia.
KPI's	Los indicadores claves de desempeño (KPI) son importantes dentro de cualquier empresa u organización, porque permiten medir el desempeño, de acuerdo a sus propias necesidades, ya sea en forma general o por área.	• Se generan indicadores de acuerdo a las metas a cumplir. • Se amarran al área financiera para visualizar los ahorros obtenidos con la implementación de Lean. • Se centran en la disminución de los desperdicios.	• Diagnóstico financiero • Conocimiento de indicadores que aplican a cada área de la empresa.
Takt time	Representa la tasa de consumo requerida por el mercado.	Sincronizar el flujo del sistema de producción con el área comercial.	• Conocer los datos sobre pedidos de los clientes. • Conocer el tiempo en que un producto se desarrolla (ritmo de producción).

Finalmente, realizar las actividades de limpieza que permitan rescatar los colores y formas originales de los equipos, estanterías, herramientas, suelos, paredes, ventanas, etc. Sin olvidar que es necesario disponer de normas de prevención para evitar que el área de trabajo se ensucie.

Estandarizar

Esta etapa consiste en hacer un seguimiento de los tres primeros pasos para asegurar un ambiente seguro. Para ello, se debe definir métodos de orden y limpieza general para toda la empresa y aplicarlos en todos los puestos de trabajo (implementación de la 3'S). Luego se debe desarrollar un método estándar específico para cada puesto de trabajo y verificar su funcionamiento. Finalmente, comprobar periódicamente que existe un estándar de orden y limpieza para cada puesto de trabajo y que se esté aplicando correctamente, para ello es recomendable utilizar formatos de verificación.

Crear hábito

La etapa de construir el hábito consiste en que los líderes ayuden a hacer el orden y limpieza con los trabajadores; en capacitar a los trabajadores para que mantengan el orden y la limpieza, creando rutinas que, con el tiempo, permitan estandarizar las actividades diarias hasta convertirlas en hábitos, esto es, disciplina que mantiene una mejora continua y un ambiente de trabajo óptimo que ayuda a detectar y evidenciar los desperdicios en cada puesto de trabajo (Abolhassani, 2016).

Para verificar que se está construyendo el hábito, se recomienda crear un sistema de auditoría permanente de la empresa con metas definidas y un plan de implementación claro. Se sugiere que durante el primer año de implementación del programa de 5'S, las auditorías sean cada dos meses y, cuando se haya comprobado la sostenibilidad del programa de 5'S, pasar a auditorías cada tres meses.

El sistema de auditoría debe prever las actualizaciones de las 3'S y, cuando haya cambios en el método, se debe capacitar nuevamente a los trabajadores.

además de los líderes del área piloto, al gerente para comprometer a todos en el proceso de implementación.

El segundo paso consiste en crear un plan de mantenimiento de la limpieza; esto es un cronograma de trabajo de limpieza que incluya responsabilidades a todos los colaboradores del área (Cuadro 3-4). Se sugiere realizar un gráfico que muestre las actividades, las fechas y el responsable; gráfico que debe quedar en un lugar de información visible, como una cartelera, por ejemplo.

Cuadro 3.4. Ejemplo de programación de limpieza

Área:		Líder:	
Artículos	Responsable	Frecuencia	Fechas
Equipo			
Herramientas			
Piso			
Lámparas			
Ventanas			

El tercer paso es crear un manual que deje claro cuál es el propósito de la limpieza para cada sección o equipo, los elementos de limpieza y de seguridad necesarios y un diagrama de los pasos a seguir (diagrama de flujo). Por ejemplo, realizar la limpieza de los equipos al finalizar la jornada laboral y ordenar todo lo utilizado durante el día, y hacer una inspección rápida al iniciar la siguiente jornada. No olvidar que los equipos requieren de una limpieza profunda y planificada semanal o quincenalmente. En el manual se sugiere usar fotos de la sección o equipos (tomadas el día de la jornada de limpieza).

El cuarto paso es preparar los elementos de la limpieza. Consiste en identificar cada uno de los implementos necesarios para la limpieza y un lugar de fácil acceso para tomarlos y devolverlos a su sitio (aplicación de la 2'S). También debe capacitarse al personal en la conservación, seguridad y uso adecuado de cada uno de estos elementos.

PRÁCTICAS LEAN	PARA QUÉ SIRVE?	VENTAJAS	REQUISITOS MÍNIMOS
Kanban	Kanban significa “signo” o “tarjeta de instrucción” en japonés. Es un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas, que consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesitan los procesos anteriores, y estos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizando todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica, y estos con la línea de montaje final. (Sánchez, 2010).	Regula los flujos justo a tiempo, mediante un dispositivo de señalización. • Regula y reduce el nivel de stocks para lograr que cada operario solo produzca las unidades retiradas por el proceso posterior, de tal manera que la producción en cada etapa, coincida con las necesidades reales de ese momento. • Estimula la mejora de métodos y la reducción de stocks, porque la disminución de inventarios de productos intermedios facilita la localización de problemas.	• Conocer la demanda esperada en un periodo. • Conocer el tiempo de entrega de producción. • Conocer el inventario de seguridad.
SMED (Single Minute Exchange Of Dies).	Los cambios de referencia y los montajes no pueden demorar más de 9 minutos y 59 segundos.	Minimiza el tiempo invertido para cambiar de un producto a otro, o el tiempo de mantenimiento de la máquina (Shingo, 1985).	• Conocer con claridad las operaciones del cambio de referencia y su tiempo. • Contar con implementación de las 5S.

PRÁCTICAS LEAN	PARA QUÉ SIRVE?	VENTAJAS	REQUISITOS MÍNIMOS
TPM (mantenimiento productivo total)	Proporciona a los operarios herramientas regulares para realizar labores básicas de mantenimiento y la autoridad de responder ante cualquier anomalía.	Previene problemas en lugar de corregirlos y maximizar la disponibilidad del equipo y maquinaria productiva.	Incluir a los operarios más cercanos a las máquinas en las actividades de mantenimiento y monitoreo, con el fin de prevenir y advertir cualquier mal funcionamiento.
Kaizen	Busca la mejora continua de los procesos; hace uso de otras herramientas Lean, como son las 5'S, Poka yoke, TPM y Kanban.	Ofrece a los operarios la oportunidad de hacer sugerencias y promover mejoras a través de pequeños grupos, denominados círculos de control de calidad.	- Apertura al cambio de mentalidad. - Personal con actitud de liderazgo. - El equipo debe ser multidisciplinario.
Poka Yoke Sistema a prueba de error	Busca crear mecanismos sencillos para que las operaciones solo se hagan de la forma correcta.	Frena el proceso de producción cuando ocurre algún defecto, define la causa y previene que el defecto vuelva a ocurrir.	Equipo de personas que conozcan bien el proceso y se capaciten para hacer inspecciones.

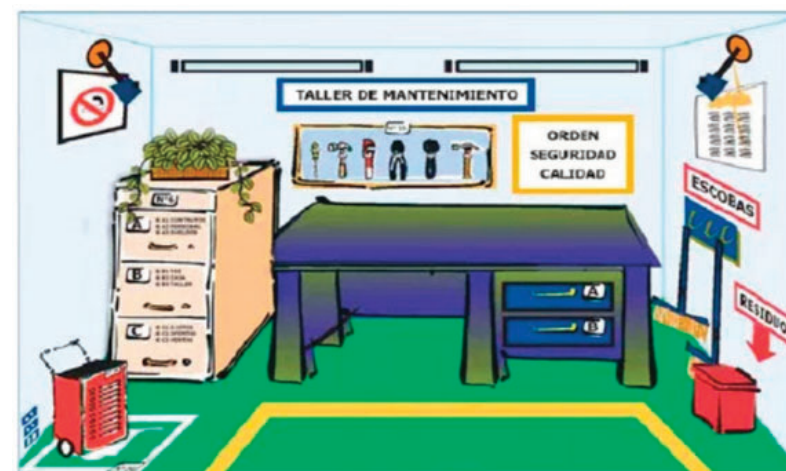


Figura 3.1. Ejemplo del lugar de trabajo ordenado.

Fuente: <http://www.biztorming.com.ar/2016/04/29/como-organizar-tu-empresa-al-estilo-japones-con-5s/>

Limpiar e inspeccionar

En esta etapa es fundamental que todo el personal asuma el hábito de limpiar cuando se ensucia; de crear un calendario para hacerlo periódicamente, para que la limpieza se convierta en una rutina que pase a ser un hábito sistemático. Por último, se debe verificar constantemente la limpieza de los puestos de trabajo.

Para incentivar la actitud de limpieza se debe crear un programa de entrenamiento, contar con los suministros necesarios y el tiempo requerido para la ejecución.

El primer paso en la implementación de esta etapa (3'S) es crear una campaña de limpieza que consiste en: i) organizar una jornada de limpieza que visualice la forma como deben estar permanentemente los artículos (equipos, herramientas y elementos), ii) identificar las acciones de limpieza que permitirán mantener el estándar visualizado en la jornada de limpieza, iii) proponer una campaña motivacional (por ejemplo un día alegre que ofrezca bonos y regalos para la sección más limpia, etc.), que incluya,

Cuadro 3.3. Etiqueta roja (artículos innecesarios)

Nombre:	
Localización	
Razón para la etiqueta roja	
Plan de acción (mover a una ubicación nueva, almacenar fuera del área, eliminar):	
Elaboró:	Fecha:

Ordenar

Con los artículos necesarios identificados, se procede a marcar o señalar las áreas para los elementos (y actividades). Luego se colocan todos los artículos en el lugar definido, y, por último, se debe verificar que siempre exista “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

El primer paso para implementar esta etapa (2'S), es adquirir los elementos necesarios para la señalización; por ello, se debe contar con tableros de madera, por ejemplo, y pintura para demarcar el lugar de cada herramienta que se debe tener a mano, carteleras informativas, papel, plásticos, cinta, carpetas, organizadores de documentos, etc.

El segundo paso es elaborar los tableros organizadores de herramientas (incluye la forma y el nombre o identificación de la pieza), separar los espacios o áreas y delimitarlos con líneas y organizar. En este paso se recomienda hacer un análisis de disponibilidad de espacio con el fin de aprovecharlo, y si es posible, instalar estanterías.

El tercer paso consiste en asegurarse de que todos los trabajadores del área conozcan el lugar para cada cosa y concientizarlos de la necesidad de dejarla en el sitio después de usarla.

En la Figura 3.1 se muestra claramente el significado de esta etapa.

Diseño y construcción de indicadores

Es importante recordar que los indicadores son herramientas de gestión que proveen un valor de referencia a partir del cual se puede establecer una comparación entre las metas planeadas y el desempeño logrado (CEPAL). En este apartado se presentan algunos indicadores con el fin de preparar la información necesaria para su construcción y seguimiento, a fin de determinar los niveles de cumplimiento de los objetivos planteados y los resultados esperados del proyecto de implementación de Lean, así como los objetivos de desempeño de la empresa.

Para cada área productiva clave es necesario definir un objetivo y caracterizar el indicador que se ha diseñado para medir el desempeño de las actividades que son cruciales para esa área. Así mismo, el indicador deberá contener una meta, la tolerancia, la fuente, la frecuencia de medición y, finalmente, el resultado alcanzado. Todo se consolida en una matriz que permitirá observar el nivel de impacto que este indicador ejerce sobre cada actividad, proceso o área clave. (ver Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. Controles para la selección de indicadores en la matriz

Áreas productivas clave	Objetivo	Indicador	Meta	Tolerancia	Frecuencia de medición	Resultado alcanzado

Fuente: adaptado de Kaplan R. & Norton. D. (2000). *Cuadro de mando integral*. Barcelona- España, Gestión 2000.

Para seleccionar los indicadores a usar en un proyecto de implementación Lean se construye la matriz de indicadores que considera las áreas productivas clave o los procesos productivos que mayor incidencia tienen sobre el sistema productivo. Es importante recalcar que la selección de indicadores depende del área piloto seleccionada y de las oportunidades de mejora encontradas en dicha área. Por ello, enseguida se presentan algunos indicadores de: i) servicio al cliente (Cuadro 2.3), ii) abastecimiento

(Cuadro 2.4), iii) inventarios (Cuadro 2.5) y iv) almacenamiento (Cuadro 2.6); indicadores que, dependiendo de las necesidades a trabajar, pueden ser usados o no.

Cuadro 2.3. Indicadores de servicio al cliente

SERVICIO AL CLIENTE			
Indicador	Descripción	Fórmula	Impacto/ Comentario
Nivel de cumplimiento de entregas a clientes	Consiste en calcular el porcentaje real de las entregas oportunas y efectivas a los clientes.	Total de pedidos entregados a tiempo	Sirve para controlar los errores que se presentan en la empresa y que no permiten entregar los pedidos a los clientes. Sin duda, esta situación impacta fuertemente el servicio al cliente y el recaudo de la cartera.
		Total de pedidos despachados	

Fuente: adaptado de Martín Vázquez, J. (2013). *Indicadores de evaluación de la implementación del Lean Manufacturing en la industria. (Tesis de maestría).* Valladolid: Universidad de Valladolid.

Cuadro 3.1. Descripción situación actual

Área piloto:	Líder del proyecto:
	Fecha:
FOTOGRAFÍA “ANTES”	
Descripción de la situación actual:	

Cuadro 3.2. Selección y clasificación

Descripción del artículo (equipo, herramientas y elementos)	Cantidad	Necesario de uso constante	Necesario de uso ocasional	Innecesario
Fecha:				

Elaboró:

Firma:

Esta práctica comprende cinco etapas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito. Etapas que corrigen: i) el aspecto sucio de instalaciones y máquinas, ii) el desorden en pasillos, estaciones de trabajo y espacios en general, etc., iii) elementos obsoletos, rotos y descompuestos, iv) las instrucciones de operación (haciéndolas más sencillas), v) la cantidad de averías frecuentes, vi) la desmotivación de los trabajadores en su área de trabajo, y vii) movimientos y recorridos innecesarios (de personas y materiales) (Rave, 2015).

Como ya se describió, es fundamental contar con el apoyo de la gerencia y, antes de iniciar, se debe escoger un equipo líder y un área piloto. Aunque todo el personal del área piloto debe ser involucrado, se sugiere asignar mínimo dos funcionarios del área como responsables de la implementación, la cual consiste en:

Clasificar y eliminar lo innecesario

Incluye separar los artículos necesarios (de uso constante u ocasional) de los innecesarios (que deberán señalizarse con una etiqueta roja); para dejar los artículos necesarios en el lugar de trabajo y eliminar los innecesarios (que pueden ser usados en otras áreas de trabajo, reubicados, vendidos o desechados) (López, 2016). Y, finalmente, verificar que no surjan elementos innecesarios.

Para iniciar el proceso de implementación de esta primera etapa, se recomienda tomar fotos del lugar o área de trabajo antes de iniciar la clasificación y utilizar formatos para documentar las acciones tomadas en la implementación. A continuación se presentan algunos ejemplos que podrá utilizar, adaptar o mejorar, según las necesidades (Cuadro 3-1, Cuadro 3-2, Cuadro 3-3).

El cierre de esta etapa se realiza con un informe final que deben elaborar el jefe del área y el líder (pueden ser la misma persona), y que se debe publicar en un lugar visible del área (cartelera informativa).

Cuadro 2.4. Indicadores de abastecimiento

ABASTECIMIENTO			
Indicador	Descripción	Fórmula	Impacto/ Comentario
Calidad de los pedidos generados	Porcentaje de pedidos de compras generadas que son retrasos, o sin necesidad de información adicional.	Productos generados sin problemas x 100	Corte de los problemas inherentes a la generación errática de pedidos, como costo del lanzamiento de pedidos, esfuerzo del personal de compras para identificar y resolver problema, incremento del costo de mantenimiento de inventarios y pérdida de ventas, entre otros.
		Total de pedidos generados	
Entregas imperfectas (rechazos)	Porcentaje de pedidos que no cumplen las especificaciones de calidad y servicio definidas, con desglose por proveedores.	Pedidos rechazados x 100	Costos de recibir pedidos sin cumplir las especificaciones de calidad y servicio, como costo de retorno, costo de volver a realizar pedidos, retrasos en la producción, costos de inspecciones adicionales de calidad, etc.
		Total órdenes de compras recibidas	
Nivel de cumplimiento de proveedores	Consiste en calcular el nivel de efectividad en las entregas de mercancía de los proveedores en la bodega de producto terminado.	Pedidos recibidos fuera de tiempo x 100	Identifica el nivel de efectividad de los proveedores de la empresa, que están afectando el nivel de recepción oportuna de mercancía en la bodega de almacenamiento, así como su disponibilidad para despachar a los clientes.
		Total pedidos recibidos	

Fuente: adaptado de Martín Vásquez, (2013).

Cuadro 2.5. Indicadores de inventarios

INVENTARIOS			
Indicador	Descripción	Fórmula	Impacto/ Comentario
Índice de rotación de mercancía	Indica el número de veces que el capital invertido se recupera a través de las ventas.	Costo de ventas x 100	Las políticas de inventarios, en general, deben mantener un elevado índice de rotación, por eso se requiere diseñar políticas de entregas muy frecuentes, con tamaños muy pequeños. Para poder trabajar con este principio es fundamental mantener una excelente comunicación entre cliente y proveedor.
		Inventario promedio	
Índice de duración de mercancía	Proporción entre el inventario final y las ventas promedios del último período. Indica cuantas veces dura el inventario que se tiene.	Inventario x 30 días	Altos niveles en este indicador muestran demasiados recursos empleados en inventario que pueden no tener una materialización inmediata y que se está corriendo el riesgo de ser perdido o sufrir obsolescencias.
		Ventas promedio	
Exactitud del inventario	Se determina midiendo el costo de las referencias que en promedio presentan irregularidades con respecto al inventario lógico valorizado cuando se realiza el inventario físico.	Valor diferencia	Se toma la diferencia en costos del inventario teórico versus el físico inventariado, para determinar el nivel de confiabilidad en un determinado centro de distribución. Se puede hacer también para exactitud en el número de referencias y unidades almacenadas.
		Valor total de inventarios	

Fuente: adaptado de Martín Vásquez, (2013).

Después de haber asegurado el compromiso de la gerencia y contar con el VSM actual, en el cual se identificaron las oportunidades de mejora, se procede a la preparación del VSM futuro que identifica los proyectos a desarrollar, de manera que se articulen con las metas financieras de la empresa. Así mismo, se selecciona al equipo líder que debe ser capacitado para configurar el área piloto. A continuación se identifican los desperdicios, se definen los indicadores, se identifican las prácticas Lean a trabajar (Cuadro 2-1), y también se presentan algunas de las prácticas Lean más sencillas de trabajar en un ambiente mipyme.

A través de matrices, que sirven para recoger la información, se expone cada una de las prácticas desarrolladas en un contexto teórico básico, las cuales pueden ser seguidas al pie de la letra, o modificadas, de acuerdo a las necesidades de cada empresa.

Cinco eses (5'S)

5'S surgió en Japón como un sistema de orden, limpieza y organización del lugar de trabajo que permite la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa (Filip, 2015). Es una práctica sencilla, pero muy efectiva, que a través de los años ha tomado fuerza en todo el mundo por sus resultados en la mejora continua de la cultura organizacional, sentando las bases de la calidad y la productividad. Un proyecto de implementación de 5'S motiva el trabajo en equipo y la responsabilidad, además del compromiso individual. (Espinosa, 2015).

Cuadro 2.6. Indicadores de almacenamiento

ALMACENAMIENTO			
Indicador	Descripción	Fórmula	Impacto / Comentario
Costo de almacenamiento por unidad	Consiste en relacionar el costo de almacenamiento y el número de unidades almacenadas en un período determinado.	Costo de almacenamiento (salario personal de bodega + gastos de servicio + depreciación + seguro + otros)	Es un índice que sirve para comparar el costo por unidad almacenada y decidir si es más rentable subcontratar el servicio de almacenamiento o tenerlo propiamente.
		Valor inventario promedio anual	
Costo por unidad despachada	Porcentaje de manejo por unidad sobre los gastos operativos del centro de distribución (o bodega).	Costo total operativo bodega	Sirve para costear el porcentaje respectivo de manipular una unidad de carga en la bodega o centro de distribución.
		Unidades despachadas	

ALMACENAMIENTO			
Indicador	Descripción	Fórmula	Impacto / Comentario
Nivel de cumplimiento del despacho	Consiste en conocer el nivel de efectividad de los despachos de mercancías a los clientes en cuanto a los pedidos enviados en un período determinado (incluye: cantidad, fecha y calidad correcta).	Número de despachos cumplidos x 100	Sirve para medir el nivel de cumplimiento de los pedidos solicitados a la bodega y conocer el nivel de existencias que maneja la bodega.
		Número total de despachos requeridos	
Costo por metro cuadrado	Consiste en conocer el valor de mantener un metro cuadrado de bodega.	Costos total operativo bodega x 100	Sirve para costear el valor unitario del metro cuadrado y poder negociar valores de arrendamiento y comparar con otras cifras de bodegas similares.
		Área de almacenamiento	

Fuente: Adaptado de Martín Vázquez, (2013)

Con base en los cuadros anteriores, el paso a seguir es seleccionar, evaluar y valorar las desviaciones que se presentan con relación a los indicadores, de manera que se busquen e identifiquen aquellos que inciden de manera importante sobre la ejecución de las operaciones o las actividades productivas.

Preparación de la información básica asociada a la reducción de desperdicios

Es necesario enfatizar que el núcleo central de la filosofía Lean Manufacturing se concibe como un pensamiento enfocado a

CAPÍTULO 3 IMPLEMENTANDO LEAN

Mónica Patricia Sarria Yépez
Jaime Alberto Delgado Cifuentes

Al sumar las proyecciones de mejores tiempos en los procesos, tenemos que en ventas se ahorraría un día en el trámite de las órdenes; en el área de Diseño se ahorraría un día por mejorar su proceso interno; el área de Compras ahorraría un día en el trámite de la consecución de las materias primas, y el área de Producción se ahorraría un día por menos errores en las órdenes de producción, y dos días por mejor eficiencia. En total serían 6 días menos en promedio en la entrega de los pedidos que, comparándolo con los 21.25 días que se toman hoy en día, quedaría en 15.25 días, una meta realizable y prometedora para mejorar el servicio al cliente y su competitividad.

A continuación, se muestra el VSM futuro basado en las proyecciones de los planes de acción y proyectos de mejoramiento.

identificar desperdicios para generar mayor valor al cliente y la eliminación de los despilfarros (actividades que no generan valor), los cuales se presentan al interior de los sistemas productivos, o incluso en el contexto de las organizaciones de servicios. (Hines P. & Taylor D., 2000)

Bajo esta consideración, las primeras aproximaciones a la identificación de los criterios o factores que caracterizan dichos despilfarros o mudas se lograron con la puesta en marcha del TPS (Sistema de producción de Toyota), así como con los aportes de Shigeo Shingo, quien en sus análisis encontró una clasificación que ordena las mudas en siete tipos principales. (Figura 2-2).

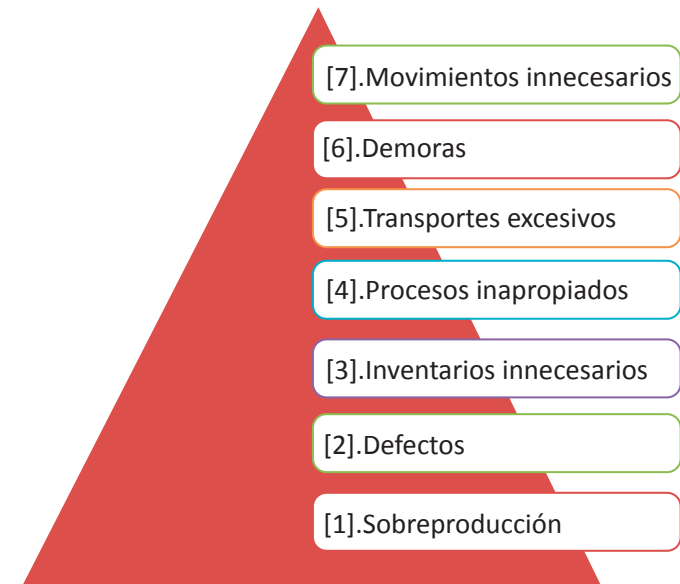


Figura 2.2. Despilfarros-mudas más frecuentes

Fuente: Adaptado de Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean. Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School.*

El propósito de configurar estos criterios desde la base de un triángulo, es establecer una secuencia que permita la distinción de los factores que inciden en la pérdida de valor sobre el sistema productivo. Por ello, a continuación se hace una explicación

de cada tipo de muda, así mismo, es importante considerar que en algunos esquemas productivos la manera como se presentan estas mudas (despilfarros) depende de la contextualización propia de las actividades productivas de cada organización.

Las mudas que son posibles visibilizar con mayor frecuencia, según Shingo, son:

- **Sobreproducción:** este tipo de muda se asocia a la producción excesiva de artículos o a una anticipación desmedida para iniciar la producción. Esto impacta los flujos de información y de producto, debido a que genera un desbordamiento en el inventario de artículos.
- **Defectos:** que se materializan en errores de diligenciamiento de papelería, calidad del producto, y en un bajo rendimiento en las entregas.
- **Inventarios innecesarios:** se generan como consecuencia de las anteriores, pero su incidencia fundamental se materializa en el excesivo almacenamiento de productos y en el retraso de la información. Estos dos aspectos también impactan los costos operacionales y el nivel de servicio que la organización ofrece a los clientes.
- **Procesos inapropiados:** en esta muda se asocian elementos propios de la operación, es decir, procesos, procedimientos y flujos de materiales, que se ven afectados por inadecuadas prácticas de trabajo, elección incorrecta de las herramientas y complejidades inherentes al sistema productivo.
- **Transportes excesivos:** este factor de despilfarro se traduce en traslados o cambios de localización asociados a las personas, la información y los productos. Su característica es que se generan con una frecuencia alta y como consecuencia de procesos inapropiados, lo cual consume tiempo y otros recursos valiosos.
- **Demoras:** este tipo de muda tiene relación con largos periodos de inactividad de las personas, productos e información, lo cual impacta sobre los flujos productivos e incrementa los tiempos de espera.
- **Movimientos innecesarios:** este tipo de muda se materializa como efecto de una inadecuada organización del centro de trabajo, lo cual implica que las personas no tengan acceso a los materiales, equipos y herramientas de manera ágil. Esto

tancialmente la producción, ya que una adecuada información en el pedido genera una orden de producción correcta.

En el área de Compras también hay oportunidad de mejorar el tiempo de respuesta para adquirir las materias primas. En el presente, con cada pedido que llega se realiza una cotización de los materiales involucrados, esto hace desgastante y repetitivo el proceso de compra. Lo ideal sería que se realizara un análisis de las compras de los últimos doce meses, se determinarían los materiales frecuentemente comprados, y sus respectivos volúmenes de compra, y se realizara una negociación previa con los proveedores para determinar precios anualmente. Con esta medida, no se tendrían que hacer cotizaciones constantes con la pérdida de tiempo involucrada adicional ya que se podrían obtener mejores precios por compras mayores y una mejor planeación en la llegada de los materiales. Por lo tanto se podría mejorar el tiempo de respuesta de compras en un día de ahorro en tiempo.

En la planta se identificó la necesidad de implementar 5's, ya que el desorden y la suciedad atentan contra la eficiencia y la calidad. En el presente, no hay indicadores de gestión que midan el desempeño de los procesos, pero sí es unánime la opinión de los involucrados que, de mejorarse en estos aspectos, se podría aumentar la eficiencia y el servicio al cliente. Por lo tanto, se decide implementar 5's en las áreas de impresión y troquelado, y tomar los datos de producción para calcular la eficiencia y productividad, así como realizar auditorías mensuales en limpieza y orden para hacer seguimiento al progreso. Otro aspecto a mejorar es estandarizar los procesos, ya que en el presente no hay un control claro y preciso de la productividad de los operarios ni de los procesos. El objetivo es unificar la técnica de cada operario y determinar las mejores prácticas y compartirlas entre todos para que el proceso sea más productivo, establecer las bases de producción y medir los nuevos resultados con los estándares calculados. Tomando la información de la producción se calculará la productividad y se podrá realizar el respectivo seguimiento y creación de nuevos planes de acción. Se proyecta que con estas medidas se puede obtener un ahorro en tiempo de dos días en la entrega de los pedidos.

monetarios en costos se deben tener en cuenta como un aporte de la metodología a la mejora de la competitividad, pero no impactarán en el VSM futuro.

Ejemplo de aplicación

En el ejemplo de la empresa Cajas ABC se había descrito que se presentaban muchos problemas en la generación de las órdenes de producción en el área de Ventas, debido principalmente a que la persona que las genera no conoce el detalle de la producción y sus variables críticas, además se toma alrededor de día y medio en hacerlas llegar a la planta, lo que impacta en gran proporción el servicio al cliente, pues se conoce que la mitad de los pedidos no cumplen con la fecha de entrega.

El plan de acción a ejecutar es trasladar la responsabilidad de generar las órdenes de producción a la jefatura; el área de Ventas solo debe enviar copia del pedido inmediatamente lo toma del cliente. Con esto se garantiza que la orden de producción será tramitada por el experto en el proceso de transformación, lo cual mejoraría el tiempo interno de ejecución, y se presentarían menos errores en la planta por la mala interpretación de la orden. Se espera entonces que el tiempo interno pase de día y medio a medio día en el solo trámite; por una mejor ejecución en la producción se mejoraría en un 25% la eficiencia, que convertida a tiempo equivale a ahorrar un día en producción, principalmente en los procesos de impresión y troquelado que es donde más se presentan los problemas causados por una orden mal elaborada.

Al revisar el proceso de diseño, se ve la oportunidad de mejorar el tiempo de respuesta hacia el cliente interno, es decir las ventas; así, entonces, se estima que de tres (3) días se pueda pasar a dos en la realización del diseño.

Por último, se implementará un indicador que mida la exactitud de las cotizaciones, empleando los códigos, cantidad y medidas correctas, pues esta también presenta fallas. Además, se pretende hacer seguimiento, teniendo en cuenta los datos del desempeño, para generar mayor concientización en el personal sobre la importancia de trabajar con calidad, y así impactar sus-

también impacta la posibilidad de movilidad de las personas, debido al ineficiente diseño del puesto de trabajo cuando no se consideran criterios ergonómicos y de diseño del sistema productivo. De allí que se generen pérdidas de tiempo, materiales y no se encuentren las herramientas y equipos cuando son requeridos.

Identificación de los desperdicios de la empresa

Con base en las siete mudas mostradas en la sección anterior, en la definición de las metas financieras y del VSM actual, presentados en el capítulo 1, se propone que se diligencie el siguiente cuadro con el fin de: i) identificar las actividades que no agregan valor y se convierten en despilfarro para la organización, ii) determinar su nivel de impacto, y iii) priorizar cuáles de estos despilfarros deben ser atendidos con mayor prontitud. Lo anterior, permitirá identificar las herramientas de Lean que pueden ser usadas como mecanismo para contrarrestar el desperdicio.

Para comprender cómo diligenciar las columnas del Cuadro 2.7, revise el ejemplo que a continuación se presenta para su mayor comprensión.

Cuadro 2.7. Matriz para identificación de despilfarros-mudas

Muda / Despilfarro	Descripción	Capacidad estimada	Capacidad real	Diferencia	Nivel de impacto %
[1]. Sobreproducción	[(Producción estimada - Producción real) / producción real] *100				
Muda/Despilfarro	Descripción	N.º Defectos calidad	N.º Defectos proceso	N.º Defectos persona	Nivel de impacto %
[2]. Defectos	(Defectos de calidad + de proceso + de persona) / producción total				
Muda / Despilfarro	Descripción	Capacidad de almacén	Nivel de almacenamiento %	Diferencia	Nivel de impacto %
[3]. Inventarios innecesarios	Valor en dinero del inventario obsoleto, valor del inventario de bajo movimiento				
Muda / Despilfarro	Descripción	Tiempo normal	Tiempo real	Diferencia	Nivel de impacto %
[4]. Procesos inaprovechados					

Mapeo de flujo de valor - futuro

En el numeral 5 del capítulo 1 se identificaron los pasos a seguir para construir el mapa de flujo de valor actual, en él se detectaron los problemas actuales y los diferentes desperdicios que aquejan a la empresa; ahora se construye un nuevo mapa del estado futuro de los procesos, de acuerdo a las metas fijadas para eliminar los problemas detectados (Serrano Lasa, 2008). El objetivo de este mapa futuro es crear planes de acción para llegar al estado futuro deseado; esto se logra analizando el mapa actual para determinar las oportunidades de mejora; para ello, se debe identificar los cuellos de botella y las restricciones de flujo.

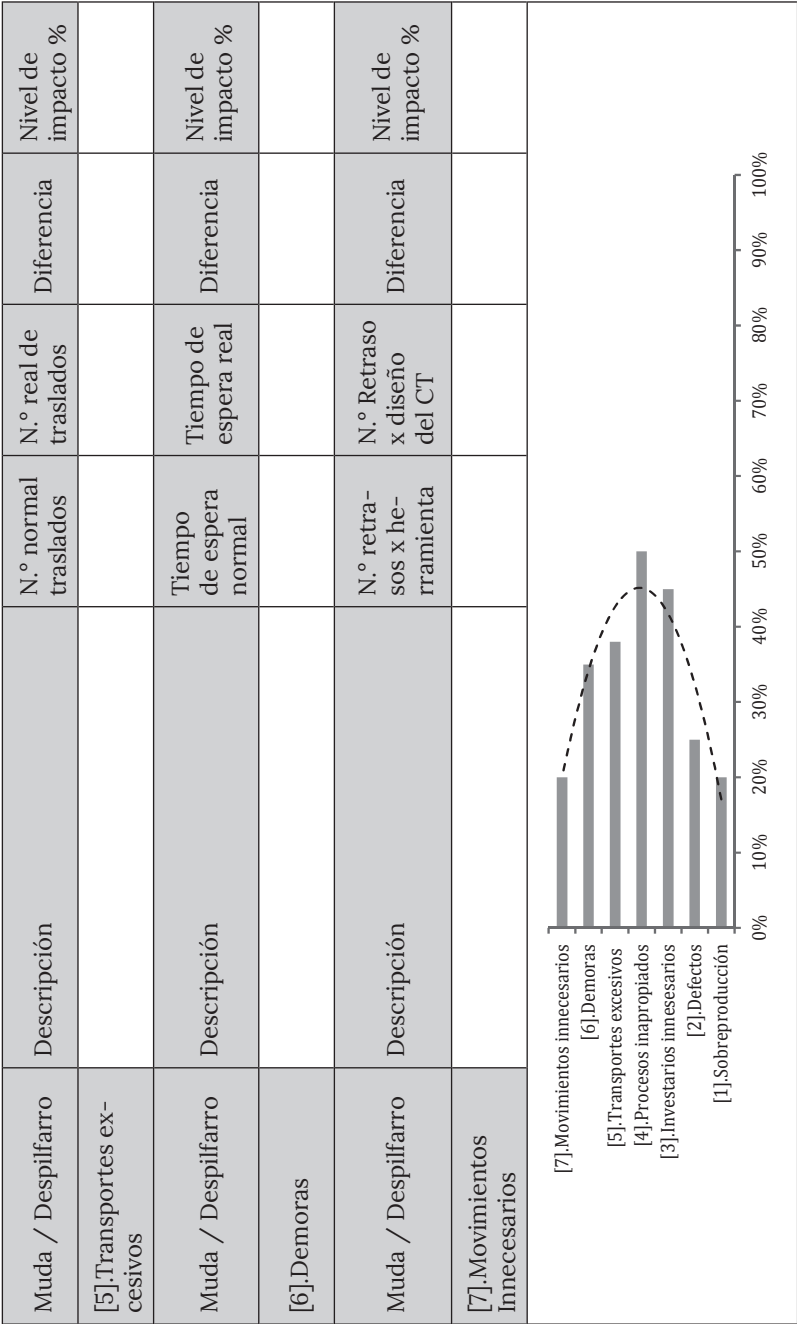
A partir de una lluvia de ideas para eliminar las restricciones encontradas y agregar valor, se llega a un acuerdo entre todo el equipo de implementación de las metas a conseguir, para luego determinar las técnicas o proyectos a seguir como camino para llegar al destino trazado con el VSM futuro.

Para la construcción de este mapa se siguen los pasos presentados en el capítulo 1, y se identificarán de forma gráfica todas las actividades de mejora planteadas. Y, en consenso entre la gerencia y los líderes de cada macroproceso, se proyecta el impacto de los proyectos sobre la cadena de valor para construir el VSM futuro. Para los proyectos que generen disminución de tiempo, se calcula entonces los nuevos tiempos y porcentajes de las actividades que agregan valor y las que no. Así se tendrá, al final, un mapa de mejoramiento que conduzca a la empresa a disminuir tiempo y costos redundando en un mejor servicio al cliente.

Finalmente, para la construcción del VSM futuro se parte de los proyectos de mejoramiento que se definieron entre la gerencia y los líderes de los megaprosesos, teniendo la claridad de cuál será el beneficio e identificando cuáles de ellos tienen relación con ahorro en tiempo, ya que el VSM mide, principalmente, el tiempo en la ejecución de los procesos. En cuanto a los proyectos que tienen relación con la mejora de la calidad, se deberá hacer una proyección del impacto en tiempo por no incurrir en problemas de calidad tales como disminución en reprocesos, mejora en la eficiencia y, por ende, aumentan la capacidad y el tiempo de respuesta de producción. Los proyectos que aportan ahorros

Cuadro 2.10. Plan de implementación

Práctica Lean	Implementación (actividades)	Resultados esperados	Indicador	Fecha entrega	Observaciones (justificación por incumplimiento)	V.º B.º Gerencia
1.						
RESPONSABLE:						



Tenga en cuenta que este cuadro puede ser diligenciado para cada área específica de la empresa y que, a la vez, se puede diligenciar otro que contenga todos los despilfarros identificados a lo largo y ancho de la empresa.

Recuerde que identificar las actividades que no agregan valor y se convierten en despilfarro para la organización es de suma importancia, ya que permitirá identificar las herramientas de Lean que pueden ser usadas como mecanismo para contrarrestar el desperdicio, y en consecuencia, mejorar el desempeño de la organización.

Ejemplo 1. Uso de la matriz para identificación de despilfarros-mudas

La empresa “Manufacturas Made in Steel” realiza procesos de transformación para materiales metálicos y recubrimientos cerámicos. Las áreas de fundición, metalurgia de polvos y tratamientos térmicos se ocupan de los metales en tres etapas principales; el área de recubrimientos cerámicos realiza un proceso de cristalización de insertos para las piezas que se transportan desde las áreas mencionadas.

Las variables del proceso son: Capacidad de planta, con base en la configuración de la infraestructura de su sistema productivo, la planta puede procesar efectivamente 150 toneladas de acero por turno. Pero el área de fundición debe procesar una media de 25.000 kg de acero por hora, el cual debe moldearse en lingotes de 25 kg por solicitud de un cliente *premium*. Esto debe efectuarse en turno de ocho (8) horas; la cantidad de desperdicios generados por esta área es de 60.000 kg por turno. El área de metalurgia de polvos recibe cada 30 minutos 70 toneladas de acero en lingotes de 25 kg para ser molidos; el rendimiento del molino es de 120 toneladas por hora, debido a que cada 45 minutos requiere cambio de los ejes dentados (10 cambios por turno), operación que en condiciones normales se realiza en 15 minutos. Se requiere determinar los despilfarros que están afectando a estas dos áreas.

En el Cuadro 2.8 se observa, particularmente, que el impacto asociado a las mudas o despilfarros se concentra en tres tipos

Cronograma: plan de implementación detallado

Esta sección solo pretende resaltar la importancia de planificar las actividades de implementación para cada una de las prácticas Lean que se han seleccionado. A continuación se presenta un ejemplo de matriz (Cuadro 2.10) que relaciona las actividades a desarrollar en cada una de las etapas y sus resultados, con un indicador, fecha de entrega y responsable de la actividad. Se recomienda que la gerencia sea la encargada de realizar el seguimiento del cumplimiento del cronograma. (Vincent W. Howell, 2015).

farro por áreas. Por ello, al finalizar el Cuadro 2.9, se debe calcular el % de dicho dinero, para identificar el área con mayor dinero perdido en despilfarros. Es esta área la que será objeto de implementación del proyecto Lean.

Cuadro 2.9. Matriz de selección del área piloto

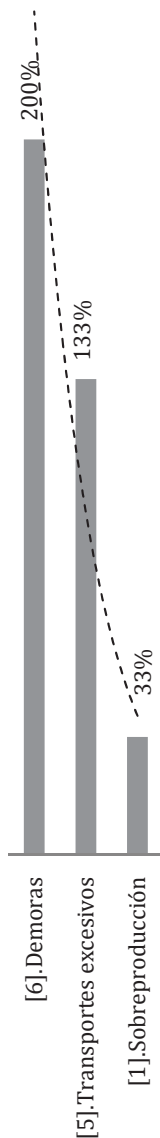
Despilfarro identificado Cuadro 1	Indicadores financieros que reflejan el despilfarro	Dinero asociado al despilfarro (\$)	Área a la que pertenece
Actividades que no agregan valor identificadas en el VSM actual			
Total dinero (\$) asociado al despilfarro por área		\$	%
Área 1:			
Área 2:			
Área 3:			
TOTAL (\$):			100%

fundamentales. En principio se identificó la sobreproducción, que por efecto dominó se proyectó hacia los transportes excesivos y luego, debido a otras causas asociadas a la maquinaria, en especial al mantenimiento, impactó directamente sobre las demoras en el proceso productivo de estas dos áreas. El beneficio de la matriz de despilfarros-mudas es que permite, de manera sencilla, identificar, caracterizar y cuantificar el nivel de impacto de estas mudas sobre el sistema productivo.

Con base en lo anterior, también es posible priorizar cuáles de estos despilfarros deben ser atendidos con mayor prontitud, basándose en el porcentaje del nivel de impacto. En ese orden de ideas, las demoras asociadas a la maquinaria en el área de metalurgia de polvos y tratamientos térmicos serían el primer eslabón a subsanar, (tiene el nivel de impacto más alto: 200%), luego la secuencia se concentraría en los transportes excesivos (133%) y, finalmente, en la sobreproducción (33%).

Cuadro 2.8. Identificación de despilfarros para el ejemplo 1.

Muda / despilfarro	Descripción	Producción estimada	Producción real	Diferencia	Nivel de impacto %
[1].Sobrepoducción	La producción de acero de la compañía ha sobrepasado la capacidad de la planta en 50.000 kg.	25.000 kg/hora * 8 horas/turno = 200.000kg / Turno	150.000 kg/turno	50.000 kg/turno	33.3%
Muda / despilfarro	Descripción	N.º normal traslados	N.º real de traslados	Diferencia	Nivel de impacto %
[5].Transportes excesivos	El área de metalurgia de polvos recibe cada media hora 70 toneladas para ser molidos.	Ocho entregas de 120 toneladas (por hora) (960 ton/turno)	Dieciséis entregas (cada 30 minutos) de 70 toneladas (1120 ton /turno)	160 ton/hr	133%
Muda / despilfarro	Descripción	Tiempo de espera normal	Tiempo de espera real	Diferencia	Nivel de impacto %
[6].Demoras	Cambio cada 45 minutos de los ejes dentados del molino de acero	15 min *10= 150min/turno	45 min*10= 450 min/turno	300 min/turno	200%



Selección del área piloto

En esta sección se identifican y se jerarquizan las áreas susceptibles para implementar el proyecto Lean, tendiente a seleccionar el área más adecuada en función de indicadores financieros que visualizan los posibles ahorros. Algunas ventajas de seleccionar y trabajar un área piloto son: i) permite tener mayor probabilidad de éxito al generar un impacto positivo en un tiempo relativamente corto (mucho más que si se trabajara en todas las áreas de la empresa al mismo tiempo), ii) muestra la conveniencia de seguir aplicando el proyecto en otras áreas, y iii) facilita establecer un sistema de mejora continua. (Gómez, 2010).

Con la identificación de las actividades que no agregan valor y la determinación del nivel de su impacto, halladas en la sección anterior (Cuadro 2.7), y sin olvidar los resultados del análisis financiero y el VSM actual del capítulo 1, ahora se procede a determinar cuál es el área-departamento piloto a trabajar en la implementación de este modelo Lean. Para ello, diligencie la matriz de selección del área piloto (Cuadro 2.9).

Cómo diligenciar la matriz de selección del área piloto

Se debe iniciar llenando la columna 1 del Cuadro 2-9 con los despilfarros más importantes seleccionados en el Cuadro 2.7, (la secuencia inicia con los que presentaron el % de nivel de impacto más alto); luego continúe con las actividades que no agregan valor identificadas en el VSM-actual diseñado en el capítulo 1. En la columna dos se relacionan los indicadores financieros que reflejan el despilfarro identificado en la columna 1. La siguiente columna, la tercera, debe reflejar el dinero asociado al despilfarro en pesos anuales (tener en cuenta que el despilfarro identificado se debe multiplicar por la cantidad de veces que se repite al día o al mes o al año, debido a las veces que se fabrica el producto que genera el despilfarro. Puede ser calculado con el área financiera de la empresa). Y por último, en la cuarta columna se identifica el área a la cual pertenecen las actividades que no agregan valor (columna 1).

Después de listar los despilfarros, el dinero asociado a ellos y el área a la que pertenecen; se totaliza el dinero asociado al despil-