

**MANUEL RAJADELL CARRERAS**

# ***LEAN MANUFACTURING***

**Herramientas para  
producir mejor**

**2ª edición**  
.....



Madrid • Buenos Aires • México • Bogotá

# ÍNDICE

Agradecimientos .....	VII
Prólogo.....	XIII
<b>I. CONCEPTO DE LEAN MANUFACTURING.....</b>	<b>I</b>
Definición de <i>lean manufacturing</i> .....	2
Antecedentes históricos.....	2
¿Por qué producción ajustada? .....	5
<i>Lean manufacturing</i> y empresas de servicios.....	7
Diferencias culturales entre Japón y occidente .....	7
Los pilares del <i>lean manufacturing</i> .....	19
Concepto de despilfarro ( <i>MUDA</i> ) .....	25
Reconocer el despilfarro .....	36
La teoría de los cinco ceros.....	38
Síntesis conceptual .....	39
<b>2. EL PROYECTO LEAN (VSM) .....</b>	<b>41</b>
Objetivos del VSM ( <i>value stream mapping</i> ).....	42
VSM: <i>value stream mapping</i> .....	42
Simbología para la construcción del VSM.....	45
Dibujo del VSM: flujo de materiales a partir del cliente .....	46
La figura del líder <i>lean</i> .....	54
La fábrica visual .....	57
<b>3. 5S .....</b>	<b>65</b>
Introducción .....	66
El primer paso: las 5S.....	69
Objetivos de las 5S.....	70
Descripción y definiciones generales.....	71
Fases de implantación de las 5S.....	71
Eliminar ( <i>Seiri</i> ) .....	72
Ordenar ( <i>Seiton</i> ).....	79
Limpiar e inspeccionar ( <i>Seiso</i> ) .....	84
Estandarizar ( <i>Seiketsu</i> ).....	86
Disciplina ( <i>Shitsuke</i> ) .....	90
¿Por dónde empezar a trabajar con 5S? .....	93
Más allá de las 5S.....	95

Caso de aplicación 5S: taller ESEIAAT.....	96
Síntesis conceptual .....	106
<b>4. JIDOKA: LA GARANTÍA DE LA CALIDAD TOTAL .....</b>	<b>109</b>
El concepto de “garantía de la calidad total” .....	110
Técnicas para la calidad total: origen.....	112
Descripción y definiciones generales.....	112
Caso <i>poka yoke</i> en un hospital: barra para radiologías simples.....	123
Chequeos de calidad .....	124
Actitud <i>san gen shugi</i> .....	125
La matriz de autocalidad (MAQ) .....	126
Relación entre <i>lean manufacturing</i> y <i>six sigma</i> .....	129
Identificación de parámetros <i>lean</i> .....	132
Síntesis conceptual .....	134
<b>5. KANBAN: EL SISTEMA DE TIRAR DE LA PRODUCCIÓN .....</b>	<b>135</b>
Objetivos de las técnicas <i>kanban</i> . El sistema <i>pull</i> .....	136
Técnicas <i>kanban</i> : origen .....	137
Descripción y definiciones generales.....	138
Implantación del sistema <i>kanban</i> : funcionamiento .....	144
Consecuencias del sistema <i>pull</i> mediante <i>kanban</i> .....	157
Síntesis conceptual .....	169
<b>6. HEIJUNKA Y LAYOUT: EL RITMO DE LA PRODUCCIÓN.....</b>	<b>171</b>
Objetivos de las técnicas <i>heijunka</i> .....	172
Técnicas <i>heijunka</i> : origen .....	173
<i>Heijunka</i> : descripción y definiciones generales.....	175
Flujo continuo (suavizado y en lotes pequeños).....	176
Tiempo de ciclo y <i>takt time</i> .....	178
Pérdidas por falta de balanceo .....	182
Células de trabajo.....	188
Caso de cálculo de tiempos de proceso y balanceo.....	194
Identificación de parámetros <i>lean</i> .....	197
Síntesis conceptual .....	198
<b>7. SMED: LA FÓRMULA I DE LA PRODUCCIÓN.....</b>	<b>201</b>
Objetivos de las técnicas SMED .....	202
Técnicas SMED: origen .....	202
Descripción y definiciones generales.....	203
Medida de tiempos de trabajo.....	207
Implantación de las técnicas SMED .....	209
Hoja de control para una auditoría SMED .....	220
Caso SMED para el cambio de tapón en un cambio de formato .....	222
Identificación de parámetros <i>lean</i> .....	228
Síntesis conceptual .....	229

<b>8. TPM: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....</b>	<b>231</b>
Objetivos de las técnicas TPM .....	232
Técnicas TPM: origen.....	233
Tipos de mantenimiento industrial.....	234
Descripción y definiciones generales.....	239
Razones para implantar el TPM.....	240
Consecuencias del TPM en la planta.....	242
Pasos para la implantación práctica del TPM.....	243
Herramientas para determinar las causas de las averías .....	257
Identificación de parámetros <i>lean</i> .....	266
Síntesis conceptual .....	268
<b>9. KAIZEN: LA MEJORA CONTINUA .....</b>	<b>269</b>
Objetivos de la mejora continua .....	270
Técnicas <i>kaizen</i> : origen.....	270
Descripción y definiciones generales.....	271
Programa de sugerencias .....	278
Grupos de mejora .....	282
Aprendizajes útiles para la mejora continua.....	284
Industria 4.0 y <i>kaizen</i> .....	285
Identificación de parámetros <i>lean</i> .....	285
Síntesis conceptual .....	286
<b>GLOSARIO, TEST DE AUTOAPRENDIZAJE, SOLUCIONES</b>	
<b>TEST Y BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>289</b>
Glosario .....	289
Test de autoaprendizaje.....	293
Soluciones test.....	297
Bibliografía.....	298



## OBJETIVOS DEL VSM (VALUE STREAM MAPPING)

El primer grupo de herramientas *lean* está orientado a saber distinguir entre valor y despilfarro. Se trata de identificar las fuentes de despilfarro y de variabilidad del proceso. Estas herramientas pueden ser aplicadas en cualquier tipo de procesos y la más conocida de todas es el *Value Stream Mapping* (VSM), que ayuda a los responsables del sistema productivo a visualizar y entender el flujo de materiales y de información, siguiendo el recorrido del producto en la cadena de valor.

El objetivo de este capítulo es mostrar cómo se puede dibujar cualquier proceso productivo, logístico o administrativo de forma que permita una fácil identificación de las operaciones que aportan valor con respecto a las operaciones que serán consideradas *mudas*, permitiendo esto priorizar la acción de mejora futura, comprobar asimismo el correcto cumplimiento con respecto a la demanda y que deje a la vista al mismo tiempo las posibles dificultades para satisfacerla. La representación deberá contemplar además el análisis de todas las comunicaciones e informaciones relativas al proceso, de modo que se encuentren reflejadas el conjunto de las variables que afectan al sistema.

## VSM: VALUE STREAM MAPPING

El primer paso para que la empresa se encamine hacia *lean manufacturing* es conocer cuál es la situación de partida. No se puede comenzar a trabajar el proceso de mejora si no se tiene claro por dónde hay que empezar, de qué manera hay que actuar, qué recursos se necesitan, etc. La manera de autoevaluarse consiste en hacer *value stream mapping* o “mapa de la cadena de valor” que permite llegar a conclusiones que constituirán la base para la futura mejora organizativa.

El *value stream mapping* (de ahora en adelante VSM) es una visión del negocio donde se muestra tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. Se trata de plasmar en un papel de una manera sencilla y visual, todas aquellas actividades que se realizan actualmente para obtener un producto, para identificar así cuál es la cadena de valor (actividades necesarias para transformar materiales e información en un producto terminado o en un servicio).

Al obtener de una forma muy visual el mapa de la cadena de valor, permite identificar las actividades que no aportan valor añadido al negocio, con el fin de eliminarlas y poder ser más eficientes. Los beneficios de la aplicación del VSM son: ayudar a visualizar más de un simple proceso (esto pone de relieve las ineficiencias de los procesos), vincular del flujo de información y el de materiales en un solo mapa utilizando un único lenguaje y también obtener un sistema estructurado para implementar mejoras. Sin embargo, al tratarse de una técnica determinista y descriptiva, no permite evaluar a priori los efectos producidos por las mejoras propuestas, ni en términos de beneficios alcanzados ni de efectos sobre el resto del sistema, ni conocer si otra alternativa daría lugar a mayores beneficios para el sistema.

### Método práctico

Para realizar el estudio de la cadena de valor, primero de todo se debe escoger el producto que interese en función de las necesidades del momento, como tiempo elevado de proceso y *lead time* alto, sobreproducción, etc. Será interesante elegir un producto perteneciente a una familia de productos que compartan la mayor cantidad de procesos y operaciones posible, ya que de esta forma se aprovecha el estudio no solo para una referencia sino para todo el conjunto.

Secuencia	Valor	Símbolo	Descripción de actividad
1	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Compra planchas
2	○	○ ◇ ⇒ D ▽	Transporte a proveedor
3	◐	○ ◇ ⇒ D ▽	Corte en tiras
4	○	○ ◇ ⇒ D ▽	Transporte a la empresa
5	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Rectificado de alto
6	◐	○ ◇ ⇒ D ▽	Corte óptimo para mecanizar
7	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Escuadrado
8	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Hacer coliso
9	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Quitar rebabas
10	○	○ ◇ ⇒ D ▽	Transporte a proveedor
11	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Temple
12	◐	○ ◇ ⇒ D ▽	Comprobar durezas
13	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Quitar impurezas
14	◐	○ ◇ ⇒ D ▽	Preparar rectificadora
15	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Planear
16	◐	○ ◇ ⇒ D ▽	Voltear las piezas
17	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Planear
18	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Escuadrar
19	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Hacer coliso
20	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Desbaste biseles de corte
21	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Acabado biseles de corte
22	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Chafanar
23	◐	○ ◇ ⇒ D ▽	Marcar con láser las piezas
24	○	○ ◇ ⇒ D ▽	Transporte a proveedor
25	●	○ ◇ ⇒ D ▽	Nitrurar
26	○	○ ◇ ⇒ D ▽	Transporte a la empresa
27	◐	○ ◇ ⇒ D ▽	Preparar pedidos
28	◐	○ ◇ ⇒ D ▽	Envío al cliente

Valores de la actividad	Tipo de actividad	Nº de actividades
● Añade valor plenamente	Actividad productiva	15
◐ Añade algún valor	Actividad requerida	8
○ No añade valor	Actividad no productiva	5

Una vez elegido el producto o la familia de productos, se debe plasmar cuál es la situación actual de la organización para el desarrollo de ese producto. Esto en

la práctica exige el seguimiento, paso a paso, del flujo de materiales y de información. El análisis del flujo de materiales empieza en el almacén de producto acabado y continua “aguas arriba” hasta llegar al de materias primas. Las fases del proceso se representan en categorías, como, por ejemplo: mecanizado, soldadura, montaje, etc., utilizando el formato de “Análisis del flujo de proceso”.

En este formato, se apunta para cada paso si se trata de una operación, una inspección, un transporte, una espera o un stock. De esta forma tan visual se pueden ver los procesos que realmente aportan valor añadido al producto. Como puede observarse el análisis del flujo de proceso tiene en cuenta todas las actividades y tiempos requeridos desde el comienzo hasta el final de una tarea. Este gráfico se construye a partir de la información recabada por el equipo que trabaja habitualmente en el proceso. Con esto se tiene la expectativa de que los participantes estén familiarizados y tengan un óptimo conocimiento del proceso y de todas sus condiciones.

	Símbolo	Satisfacción para el cliente
Transformación/ Operación		
Control (Inspección)		
Transporte		
Espera		
Stock (WIP)		

Paralelamente, se toma buena nota de los datos numéricos asociados a cada parte del proceso, como por ejemplo el tiempo necesario, la distancia recorrida, la superficie ocupada, la cantidad de piezas en stock, etc. También se anotan todos los datos referentes a las líneas de producción, como cadencia de trabajo, tiempo de ciclo, etc., utilizando la “Hoja de datos de proceso”. A continuación, se sugiere un modelo.

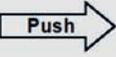
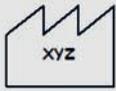
FECHA:	HOJA DE DATOS DEL PROCESO
	DATOS
FAMILIA:	
Proceso (Descripción):	
Número de operarios:	
Número de máquinas:	
Tiempo de set up	
Tiempo de ciclo:	
Tiempo disponible:	
Stock de productos:	
Tasa de defectos:	
Superficie en m <sup>2</sup>	

Habrá que apuntar con detalle lo que ocurre en el área de trabajo, como si se tomara una fotografía en ese momento, el objetivo es observar el *gemba* y poder hablar con datos en la mano. No se supone qué ocurre, ni se piensa cómo se hace normalmente, sino cómo pasa ahora. En el caso de que no se vea con claridad, se pregunta a la persona responsable para que esta pueda explicar cómo se produce el proceso.

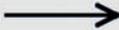
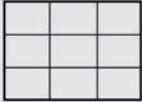
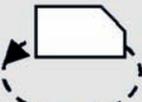
El proceso empieza por la creación de un taller de trabajo o *workshop*, en el que han de participar personas de varias áreas o departamentos de la organización: producción, ingeniería, logística, etc., de manera que se crea un grupo de trabajo multidepartamental. Formado el grupo y elegido el producto o la familia de productos, se dirigi n hacia la zona de expediciones, último proceso de la organización, donde comenz n a analizar la situación e irán rellenando el documento estandarizado de “Análisis del flujo de proceso” con todos los datos que vayan obteniendo paso a paso “aguas arriba”. En primer lugar, se anota la carga del camión de cliente, posteriormente la preparación del material en expediciones, el transporte desde el almacén hasta la zona de preparación, etc., así “aguas arriba” hasta llegar a la entrada de material por el almacén de recepción de materiales.

## SIMBOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VSM

Como es sabido, un signo cumple su función de una manera directa (puede formar parte de un lenguaje visual como ocurre con las señales de tráfico). Los signos presentan la particularidad de que ofrecen un mensaje simple de relevancia inmediata y momentánea. Por su parte, un símbolo es una imagen que representa una idea, que compendia una verdad universal. Un sistema de símbolos se compone de un conjunto de símbolos interrelacionados. Para establecer el VSM se dispone de un sistema formal de símbolos que permite representar en un papel todos los procesos encontrados en un sistema productivo. Para el caso del flujo de materiales, estos símbolos son los que se adjuntan a continuación:

Simbolos del Flujo de Materiales	 Operación de Valor Añadido	 Operación de Control	 1000 piezas 1.3 días Material Parado	 Movimiento de Materiales Empujado			
 Movimiento de Material Tirado	<table border="1" data-bbox="593 1379 705 1512"> <tr><td>T/C: 65 seg.</td></tr> <tr><td>C/S: 400 seg.</td></tr> <tr><td>2 Turnos</td></tr> <tr><td>OEE: 60%</td></tr> </table> Datos de Proceso	T/C: 65 seg.	C/S: 400 seg.	2 Turnos	OEE: 60%	máx. 30 Piezas  Flujo de Materiales en Secuencia	 Localizaciones Externas
T/C: 65 seg.							
C/S: 400 seg.							
2 Turnos							
OEE: 60%							
<table border="1" data-bbox="422 1543 538 1625"> <tr><td>Viernes &amp; Miércoles</td></tr> </table> Transporte por Camión	Viernes & Miércoles	 Transporte interno	 Supermercado				
Viernes & Miércoles							

Una vez dibujado el mapa de la situación actual con respecto al flujo de materiales, se sigue con el flujo de la información existente entre los clientes, la planta y los proveedores. Habrá que tomar nota si se trata de una comunicación electrónica o manual, si existe un sistema *kanban* (concepto que se explicará en un módulo posterior), o un sistema de programación de la producción, etc. La simbología estándar que se utiliza para la identificación del flujo de la información es la siguiente:

Símbolos del Flujo de Información	 Flujo de Información Manual	 Flujo de Información Electrónico	 Plan de Producción	 Caja de Nivelado
 Kanban de Lote de Producción	 Kanban de Movimiento	 Kanban de Producción	 Movimiento de Kanban en Lote	
 Secuenciador	 Ajustes "Informales" del Plan de Producción			

Una vez obtenidos todos los datos de los diferentes procesos necesarios para la fabricación del producto, eso sí, hacia atrás, se comienza a dibujar con papel y lápiz los diferentes símbolos estándares para cada operación o tarea, para obtener así el denominado mapa actual. A continuación, se proponen los cinco pasos para la elaboración del VSM:

1. Flujo de materiales a partir del cliente (por ejemplo 18 uds./pedido).
2. Se dibujan las operaciones apuntadas en la hoja "Análisis del flujo del proceso".
3. Se dibuja el flujo de información tanto informático como manual. Se sitúan los triángulos que simbolizan los stocks (si los hay en los lugares en que estos aparecen anotando las cantidades), o los rectángulos oblicuos que representan las esperas.
4. Se calcula y representa el *lead time*.
5. Se dispone de todo el mapa completo.

## DIBUJO DEL VSM: FLUJO DE MATERIALES A PARTIR DEL CLIENTE

La construcción del VSM es un proceso para planificar y conectar iniciativas *lean* mediante la captura y el análisis sistemático de datos. Es también una síntesis de las mejoras prácticas utilizadas en empresas que, no solo han desplegado sistemas

*lean* para alcanzar el éxito, sino que además los mantienen persistentemente. Aplicando el proceso de gestión del flujo de valor es posible que la empresa mejore significativamente sus procesos de fabricación.

Con la construcción del VSM se realiza un proceso global, que comprende ocho pasos, que permitirá acelerar, coordinar y, lo más importante, sostener las actividades de mejora. Se busca que haya un vínculo entre las distintas mejoras y que no se limiten a acciones puntuales, inconexas y sin continuidad. No es un método para decirles a las personas cómo deben trabajar. Tampoco se trata de hacer que las personas trabajen más duro o más rápido, sino que intenta poner en práctica un sistema en el que el material fluya a través de los procesos de fabricación al ritmo que solicitan los clientes. Los criterios que guían la implantación de los ocho pasos anteriores son los siguientes:

- Definir el valor desde la perspectiva del cliente.
- Identificar el flujo de valor.
- Eliminar los despilfarros.
- Crear un sistema de trabajo en flujo.
- Arrastrar el trabajo, nunca empujarlo.
- Perseguir la perfección.

## PASO 1. Compromiso con la filosofía *lean*

Antes de la implantación de la filosofía *lean* es necesario que la información fluya fácilmente y que exista un gran compromiso por parte de la Dirección.



La Dirección ordena o empuja las actividades *lean*. Los trabajadores siguen las instrucciones que reciben. No realizan aportaciones.

**SITUACIÓN NO DESEABLE**



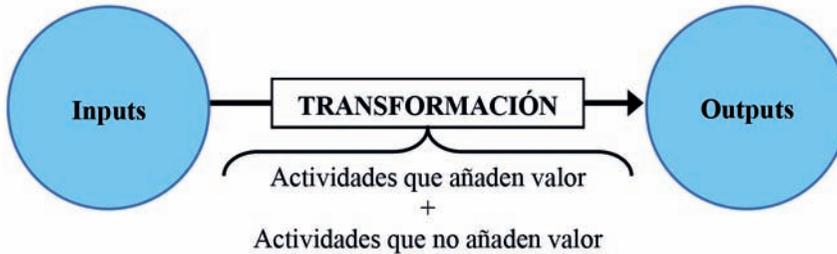
Las ideas de mejora y reducción de costes proceden de las personas más familiarizadas con los procesos.

**SITUACIÓN DESEABLE**

## PASO 2. Identificar el flujo de valor

La supervivencia de las empresas industriales se debe a que transforman materiales en bruto en artículos acabados que valoran sus clientes. Las operaciones reali-

zadas (corte, rectificado, fresado, torneado, etc.) son las que añaden valor, pero los procesos también incluyen actividades que no añaden ningún valor.



Un flujo de valor consta de todas las actividades del proceso de fabricación, incluidas, por supuesto, también aquellas que no añaden valor (las cuales deben ser eliminadas tras su detección).



En consecuencia, hay que escoger un flujo de valor (selección del producto) para hacer las mejoras. Para ello, se disponen de algunas herramientas, como la ley de Pareto o el análisis de rutas de producto (para distinguir los productos que tienen rutas de proceso similares, bien porque utilizan las mismas máquinas o bien porque realizan las operaciones en la misma secuencia).

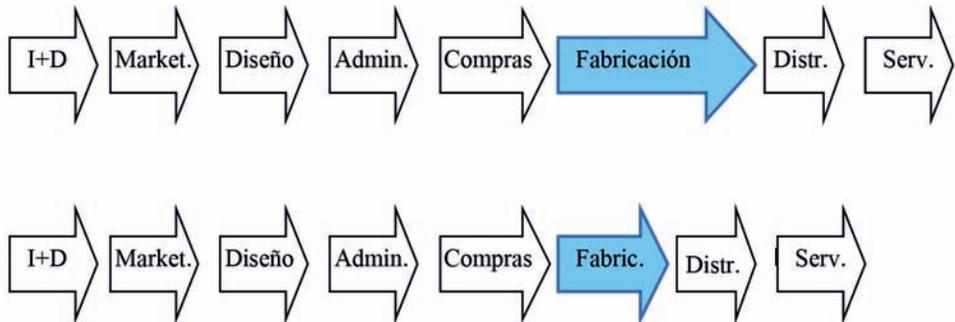
### PASO 3. Conocer los conceptos y herramientas lean

Antes de seguir con los pasos de la GFV hay que comprender bien los conceptos *lean* y ser capaces de identificar las condiciones no *lean*. Por otra parte, es importante reseñar que no es suficiente aprender y planificar, sino que hay que aplicar y transformar.

### PASO 4. Cartografiar el estado actual

Una vez conocidas las técnicas el siguiente paso es cartografiar el estado actual de la producción, mostrando el flujo de materiales y de información. Solo si se conoce bien la situación actual se podrán detectar los problemas existentes para luego aplicar las mejoras. Un VSM no es más que una representación visual del flujo de materiales y de información de una familia de productos, para detectar los despilfarros que obstaculizan el flujo. Con la eliminación de dichos despilfarros

se reduce el tiempo de fabricación, y satisfacen consistentemente las demandas de los clientes.



Una vez elegido el producto o la familia de productos objeto de análisis, se refleja cuál es la situación actual existente para el desarrollo del producto, contemplando la formulación de pedidos al cliente, transportes a realizar, organización de las líneas de producción, etc.

Para conseguir este objetivo, se sigue el flujo de materiales paso a paso. Se empieza en el almacén de producto acabado y se va siguiendo “aguas arriba” hasta el almacén de materiales. Se representan las fases del proceso en categorías; fresado, rectificado, corte... Para realizar esta representación se utilizará el clásico análisis de flujo y tiempos de ciclo de proceso, en el cual se anota para cada tarea, si se trata de una operación, una inspección, un transporte, una espera o un almacenamiento. De esta forma, se aprecian visualmente los procesos que realmente aportan valor añadido al producto.

Habrà que apuntar lo que realmente ocurre en el àrea de producción, como si se tratara de tomar una fotografía en ese momento. No debe suponerse qué ocurre, ni cómo debería ser, sino cómo está pasando ahora. En el caso de que no se vea con claridad se formulan las preguntas necesarias. Posteriormente al dibujar el mapa de la situación actual con respeto al flujo de materiales, se debe seguir el flujo de información entre cliente, planta y proveedor. Habrà que anotar si se trata de una comunicación informática o manual, si existe un sistema de programación de la producción, etc. Esta cartografía del flujo del material y de la información permitirá:

- Visualizar conjuntamente el flujo de material e información en la producción.
- Establecer cómo se comunican las operaciones con el control de producción y entre sí.
- Distinguir las áreas problemáticas y las fuentes de despilfarros.
- Localizar los cuellos de botella y los stocks de materiales en curso.
- Identificar las preocupaciones potenciales sobre la seguridad y los equipos.
- Conocer mejor el día a día de la empresa.
- Estandarizar un lenguaje común para todo el personal de la planta.



Las operaciones tienen lugar en tres áreas: fresadora, pulido y rectificado. Los procesos del corte de la plancha y el temple se realizan externamente. La figura muestra el VSM de la situación actual, identificando las actividades con y sin valor añadido, lo que facilita el modelado del flujo de materiales y de información de las distintas áreas de trabajo.

Las cajas de la figura muestran cada uno de los procesos, con los datos de los tiempos. El rectángulo obtuso (símbolo de espera) refleja la existencia de inventario acumulado, entre cada una de las etapas. El plazo de entrega se representa en la línea dibujada debajo de las cajas y es de 33 días. La producción se realiza por lotes de entre 2.000 y 3.000 unidades, según la demanda.

Después de obtener el mapa actual, se elabora a partir de él otro mapa con la situación futura utópica de máxima excelencia para la empresa. Todas las oportunidades de mejora que puedan identificarse para mejorar el proceso deben aparecer en el mapa futuro. Se trata de identificar lo que haría falta mejorar sin pensar, por ahora, en la facilidad de mejorarlo o en cómo hacerlo.

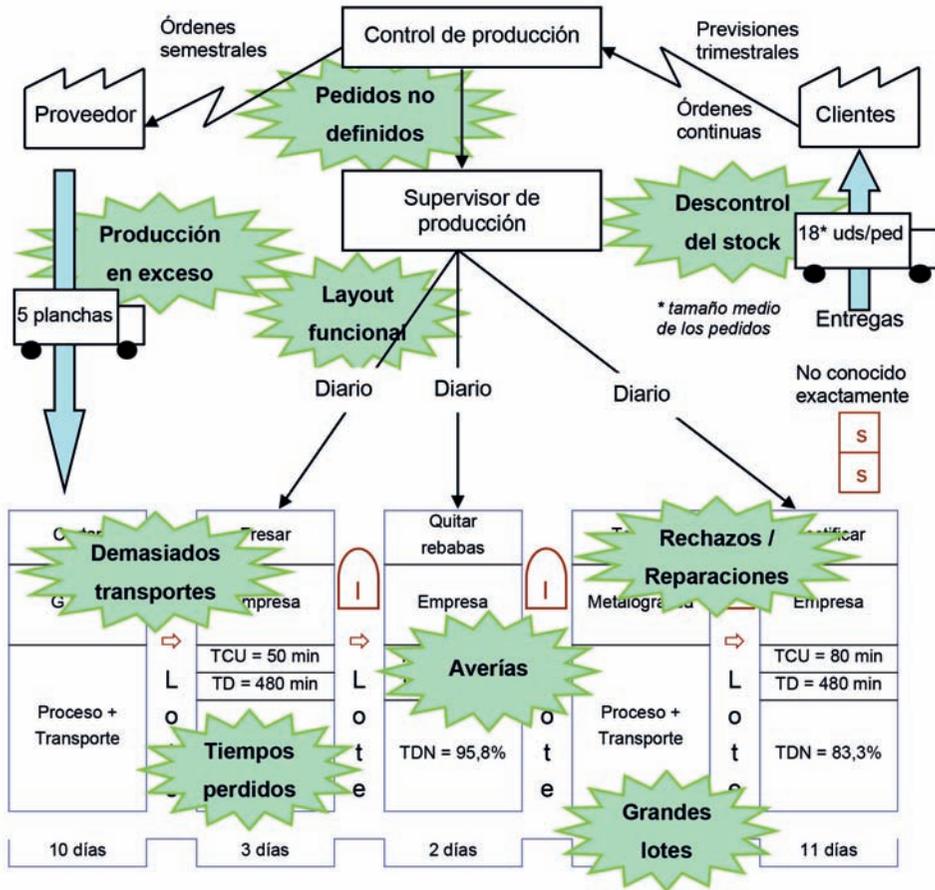
### **PASO 5. Identificación de métricas *lean***

La mejor manera de lograr que las personas contribuyan a una iniciativa *lean* es facilitarles un modo simple de entender el efecto de sus esfuerzos a medida que planifiquen actividades de mejora, las pongan en práctica, evalúen los resultados y hagan los ajustes necesarios. Las métricas *lean* proveen de las herramientas necesarias, y ayudan a enfocar la mejora continua y eliminar despilfarros. Los indicadores también permitirán definir la situación del “antes” y la del “después”, algunos ejemplos de ellos son: rotación de stock, número de defectos, pedidos servidos a tiempo, número de accidentes de trabajo, stock en curso, número de paros o averías y número de metros cuadrados ocupados.

### **PASO 6. Cartografiar el estado futuro**

En este paso hay que hacer un ejercicio de creatividad para tener una visión de futuro. La clave de esta parte del proceso es la identificación de las herramientas *lean* para la eliminación del despilfarro. Todas las oportunidades de mejora que puedan identificarse deben aparecer en el mapa futuro. En una primera fase no se tratará de buscar soluciones, solamente oportunidades de mejora. En una fase posterior ya se implantarán soluciones concretas para alcanzar la excelencia en la fabricación.

MAPA ACTUAL CON OPORTUNIDADES DE MEJORA



Producción: lotes de entre 2.000 y 3.000 unidades, según demanda.

Producción: lotes de entre 2.000 y 3.000 unidades, según demanda.

### PASO 7. Crear planes kaizen

Al llegar a este punto hay que pensar en el modo de materializar las oportunidades de mejora o el estado futuro. Es necesario hacer una sólida planificación para que la transformación *lean* tenga éxito. De entrada, hay que asegurar una excelente comunicación entre todos los miembros de la organización para analizar y aplicar todas aquellas técnicas que permitan empezar las mejoras en un proceso que no tendrá un final definido ya que justamente debe constituir un proceso de mejora continua.



## LA FIGURA DEL LÍDER LEAN

La esencia de *lean manufacturing* es un amplio flujo de información en la empresa y la habilidad para aprender de esa información para mejorar el proceso, y esto reside en las personas y no en las máquinas. Es por esto que la implantación de herramientas *lean* se basa inicialmente en la implicación del personal mediante el trabajo en grupos multidisciplinares, cuyos miembros se comprometen con el cambio, aportan sus conocimientos y aprenden a mejorar de forma continua.

La dirección *lean* se fundamenta en un sistema cultural de crecimiento organizacional y en una profunda comprensión de la manera en que las personas deben trabajar juntas y una actitud nueva hacia la inteligencia y la creatividad. En particular, es un sistema concebido para desarrollar y gestionar equipos de personas responsables, formadas y motivadas. Es una cultura porque además de definir un estilo abierto y cooperativo de comunicación, deliberación y acción, considera un elemento esencial de la actividad humana: saltos cuantitativos de mejora, es decir, crecimiento.

En este contexto, juega un rol importante la figura del *team leader*, tanto es así que diversos analistas creen que la diferencia entre una organización con éxito y otra sin él es precisamente el liderazgo. Si el éxito o el fracaso de cualquier organización depende de sus líderes, ¿existe un determinado perfil para el líder *lean*? Para responder a esta pregunta se puede parafrasear a W. Somerset Maugham: hay tres reglas para crear buenos líderes, pero desafortunadamente, nadie las ha encontrado todavía. Los buenos líderes tratan de mejorar todo el tiempo a través de la formación, la práctica, aprendiendo de los errores, etc. Según Lao Tse, “son aquellos cuya existencia pasa desapercibida para la gente. El buen líder habla poco y cuando se hace el trabajo, la gente dirá: lo hemos hecho nosotros”.

Aunque se considera necesaria la presencia de un líder, el problema está en que se puede nombrar a un director para un proyecto, pero no se da nunca un liderazgo por decreto. Las competencias que convierten a alguien en un buen empleado no son las mismas que se necesitan para ser un buen líder. A menudo, las empresas promocionan a empleados porque se lo merecen, no por su talento para ejercer el puesto. Según la consultora Gallup, solo una de cada diez personas tiene talento para liderar y ocupar un puesto directivo. Si se piensa que se está ante un empleado con potencial de liderazgo, se le podría proponer para liderar algún proyecto menor y contrastar su desempeño.

En primer lugar, parece que todo líder ha de disponer de carisma (término procedente del griego que significa “gracia”), lo que equivale a decir que dispone de los siguientes ingredientes:

- Inteligencia: un buen líder *lean* es intelectualmente brillante y profesionalmente competente.
- Confianza en sí mismo: creer en su propia capacidad para implantar las herramientas *lean*.

- Voluntad de no dejarse amilanar por las circunstancias, para hacer posible lo que parece imposible. Conoce su oficio y posee la habilidad de resolver un problema difícil con una óptica nueva.
- Comunicador: saber articular las aspiraciones del equipo de trabajo en un mensaje que moviliza a sus integrantes hacia una meta ambiciosa. Sabe expresarse en términos asequibles y es un maestro del lenguaje.
- No dudar del valor de lo que se va a hacer ni de la viabilidad de su ejecución, porque conoce su trabajo: procesos, materiales, métodos (herramientas *lean*), equipos, tecnologías, etc.
- Conocimiento del equipo: poseer dotes de psicólogo para saber hasta dónde puede pedir que se esfuercen los miembros de su equipo, hacia los cuales mantiene un contacto estrecho y personal. La relación que se establece genera un intercambio activo y bidireccional.
- Habilidad para despertar el orgullo de los miembros del equipo y para elevar sus expectativas, lo que genera un impulso de superación y conseguir lo que parecía imposible.
- Conocimiento de la necesidad de desempeñar el trabajo de acuerdo con las políticas y preceptos de la empresa y el cumplimiento de los reglamentos. Nunca hay que forzar a los empleados a sobrepasar su capacidad de trabajo. Esta práctica de trabajo nada saludable se denomina *muri*.
- Habilidad para promover el trabajo en equipo y la ayuda mutua. Los líderes deben empatizar con los empleados. Antoine de Saint-Exupéry escribió en *El Principito*: “Si quieres construir un barco, no empieces por buscar madera, cortar tablas y distribuir el trabajo. Evoca primero en los hombres el anhelo por el vasto y ancho mar”. A pesar de que a veces es necesario construir el barco con unas restricciones presupuestarias y unas especificaciones técnicas, siempre va a ser mucho más fácil hacerlo si se consigue despertar en la tripulación el afán de navegar.
- Sentido del humor. La investigación de Goleman<sup>24</sup> demuestra que los líderes considerados como sobresalientes, destacan por su capacidad para realizar comentarios ocurrentes. Por tanto, el líder ha de ser capaz de hacer bromas amables y plantear situaciones divertidas, porque citando a Benjamin Franklin, “la alegría es la piedra filosofal que todo lo convierte en oro”.

Después de lo apuntado, cabe señalar que las investigaciones psicológicas apuntan que no hay un conjunto universal de rasgos que distinga los buenos de los malos líderes. La razón parece hallarse en el hecho de que aquellas personas que son buenos en una situación pueden fracasar lamentablemente en la misma función, pero con otras circunstancias. Lo que determina la efectividad de un líder no parece depender de sus características individuales, sino más bien de la naturaleza de la situación en la que se espera que dirijan, así como las características y necesi-

---

24 Goleman, D., Boyatzis, R., McKee, A., (2002). *Primal Leadership: Realizing the Power of Emotional Intelligence*. Página 15. Harvard Business School Press. Boston.

dades de los miembros de su equipo. Dado que la gestión implica no solo liderazgo sino también responsabilidad sobre los resultados, se plantea la búsqueda del estilo de dirección más eficaz en distintas situaciones del líder en lugar de describir sus características personales. Para definir este estilo, se distinguen tres dimensiones:

1. Relaciones entre el líder y el grupo. Este factor hace referencia al grado en que los integrantes de un grupo confían en su líder, le tienen afecto y están dispuestos a seguir sus indicaciones. Si este punto es alto, no es necesario poder o nivel jerárquico especial del líder para lograr sus objetivos.
2. Estructura de la tarea. Las tareas pueden presentarse vagamente definidas y ambiguas (no estructuradas) o, por el contrario, explícitamente definidas (estructuradas). Resulta más difícil ejercer influencia de liderazgo en tareas pobremente estructuradas y sin criterios de realización, que en el caso de tareas perfectamente definidas.
3. Poder del puesto. La tarea del líder resulta más fácil cuanto más firme e intensa es su posición de poder.

La implantación de una filosofía *lean* provocará unos cambios que generarán reticencias. Muchas veces el problema se deriva de unas expectativas confusas. Se trata de atraer a rebeldes, insatisfechos y escépticos.

En determinadas ocasiones, el entrenador de un equipo ha de tener el coraje para mover de su sitio al jugador estrella y además convencerle de que es lo mejor para el grupo. Es una manera de convencer a los jugadores para que practiquen más posibilidades en el futuro y reformar los métodos de entrenamiento. El cambio de posición del *crack* es análogo a la rotación de los puestos de trabajo de los operarios veteranos. Los operarios experimentados están dominados por la inercia, han asumido la actitud de que el mejor modo de hacer las cosas es “el modo como se han hecho siempre”. Así pues, el líder *lean* ha de hacer rotaciones: en la ausencia de algunos se pueden estimular algunas “perspectivas frescas”, lo que promueve los mejores procedimientos.

Siguiendo con la analogía del entrenador, este ha de tener la capacidad de estimular a los jugadores jóvenes, en el siguiente mensaje: “Si perdemos es culpa mía, lo que necesito es que lo hagan lo mejor que puedan”. En nuestra planta hay que articular objetivos para empleados novatos después de enseñarles los métodos y decirles justamente: “Hagan lo mejor que puedan”.

A modo de reflexión final hay que considerar que una vez que el responsable de la implantación *lean* ocupa una posición de liderazgo, su conducta de líder está sometida a restricciones ya que posiblemente tan solo podrá influir sobre algunas variables organizacionales. Hay empresas que han aplicado la filosofía *lean* durante muchos años pero que aun así “han perdido el rumbo”. A menudo esto es atribuible a la incapacidad de desarrollar continuamente líderes que conozcan y comprendan a fondo la filosofía *lean*, que puedan mantenerla e incluso mejorarla y que sean capaces de enseñarla a los demás<sup>25</sup>.

25 Locher, D., (2017). *Lean office. Metodología lean en servicios generales, comerciales y administrativos*. Profit Editorial.

## LA FÁBRICA VISUAL

---

Una de las consecuencias de un proyecto de implantación de *lean manufacturing* en una empresa es que esta se transformará en una fábrica visual, que es un concepto que hay que definir antes de desarrollar las herramientas o técnicas *lean*.

El nivel de competencia de la industria obliga a las empresas a afrontar una reducción de costes, en base a incrementar la calidad, mejorar la productividad, reducir el plazo de entrega y los niveles de inventario, etc. Por otro lado, las fábricas mediocres no saben afrontar los problemas en el momento en el que se producen porque estos permanecen ocultos. La dirección de la fábrica se convierte en un órgano burocrático, basado en estadísticas, cifras y hojas de Excel. Solo los que hacen números los entienden, y por supuesto no se utilizan para los procesos de mejora.

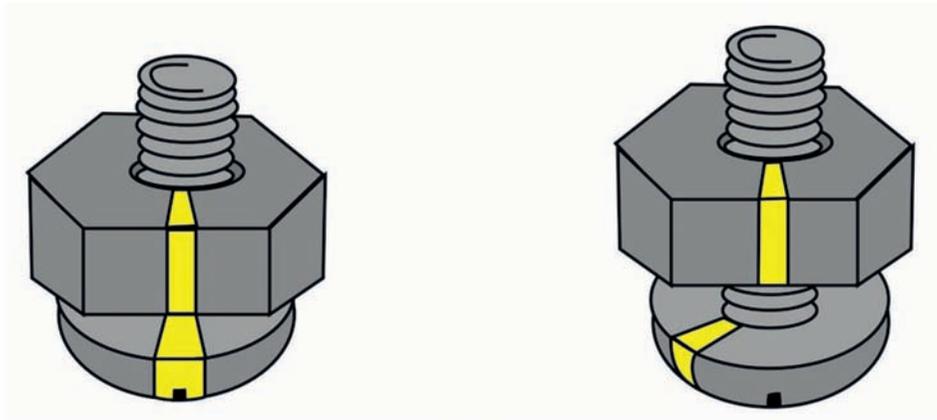
Por todo esto, es necesario revolucionar los sistemas de información de las empresas, porque los métodos tradicionales (informes, teléfono, e-mails, terminales de ordenador, etc.) no son suficientes. Los canales están sobrecargados, el entorno saturado y por ello han surgido nuevas necesidades de comunicación, que parten del deseo de producir de forma más eficiente. Para ello, resulta decisivo adoptar medidas de control visual, que consiste en mantener una visión, en tiempo real, de los constantes cambios en el lugar de trabajo, para actuar inmediatamente al percibir un problema. Se trata de establecer un sistema de dirección simple y transparente, con la participación de todos, cuyos efectos esperados han de ser:

- La simplificación que genera una reducción de costes.
- La rápida captación y respuesta a los problemas, lo que tiene el efecto de incrementar la productividad y eficiencia del trabajo, reducir los retrasos en las entregas y los defectos, evitando la sobreproducción. La infinidad de problemas y formas de despilfarro que se presentan se convierten en algo tan claro que hasta un inexperto puede reconocer. Se obtiene información del proceso en tiempo real y permite la realimentación *on-line* del sistema
- El aumento de la conciencia de los operarios sobre los costes y los problemas propios de un sistema productivo. El operario tiene indicaciones de sus objetivos de producción en cada momento, teniendo en cuenta lo producido en el pasado y la capacidad futura.
- Una mayor eficiencia y un incremento de la moral de los empleados, a partir de la eliminación de algunas funciones de intermediación del personal de supervisión y la reorientación de este personal hacia las funciones de organización, dirección de equipos y asistencia técnica.
- Un impulso a la estandarización de los procesos, como consecuencia de que los sistemas son fáciles de reconocer, al tener la misma estructura y estilo.
- La promoción de la cohesión de los equipos de trabajo y su incorporación a la organización. La visibilidad de un mensaje dentro de un área de actividad

implica compartir públicamente la responsabilidad por todos los miembros implicados en la actividad.

Para lograr estos efectos, el control visual pretende hacer obvio, para todos, lo que sucede en el área de trabajo señalando lo que es normal y lo que no, facilitando una rápida intervención de los directivos cuando surgen conflictos o problemas. El control visual incluye muchos métodos de aplicación, según el tipo de problema a resolver. Por ejemplo, algunas actividades que sirven para mejorar la efectividad de los equipos productivos son:

- Marcar los rangos apropiados de presión, temperatura, flujo y velocidad.
- Marcar la dirección de flujo, alimentación o rotación para evitar errores.
- Pintar líneas (blancas o amarillas) en el suelo para organizar la planta, marcar rutas de paso y zonas de almacenaje. También, marcar líneas rojas junto a las pilas de stocks para visualizar los excesos de inventario.
- Marcar tornillos y tuercas para indicar visualmente que están manteniendo su posición y ajuste adecuados, es decir, en las condiciones iniciales.



- Aplicar etiquetas sensibles de temperatura en puntos críticos de las máquinas lo que permite el monitoreo visual de 24 h/día de componentes eléctricos, hidráulicos, motores, rodamientos, etc.
- Rotular los componentes del equipo para mantener el historial de las reparaciones practicadas.
- Rotular los puntos de lubricación y de llenado de líquidos. Usar tapas de graseras con códigos de colores indicando el tipo de grasa y la frecuencia.
- Rotular los puntos de inspección y números secuenciales para la lectura de indicadores.
- Rotular cables y líneas neumáticas para agilizar la localización de fallos.
- Elaborar los paneles de gestión de la producción, para hacer visibles los datos de los resultados de la producción, las condiciones de operación y las causas de las paradas de las líneas.

- Establecer códigos de colores para herramientas y partes en los cambios de producto.
- Establecer la estandarización de las operaciones para definir la mejor manera de trabajar, mediante la mejor combinación de recursos (personas, materiales y máquinas). En cada estación de trabajo deberá haber su correspondiente hoja de la estandarización de los procesos.
- Exponer los artículos defectuosos de cada estación de trabajo junto con datos gráficos que inciten a los operarios a evitar la recurrencia de los mismos defectos.
- Despejar la fábrica para disponer de una visión clara. Que todos los operarios sean visibles para el jefe de equipo, que todos los operarios se puedan ver entre ellos y que no haya zonas sin visibilidad.
- Simplificar los flujos de los procesos. Establecer una distribución en planta lo más simple posible y sin intersecciones, para reducir el *lead time*.

Hay que advertir que los sistemas de control visual son intuitivos y evidentes, porque están basados en necesidades inmediatas y no en teorías elaboradas. Esta naturaleza esencial complica su descripción mediante el lenguaje, de forma que hay que pensar en incluir siempre elementos gráficos y fotografías como elemento de soporte a la presentación de este concepto, lo que exige un buen diseño visual. Además, los sistemas de gestión visual también deben presentar otras características: satisfacción (crear una sensación de progreso y logro en los operarios), seguridad y soporte (proporcionar al operario el control sobre el sistema y suministrarle asistencia para facilitarle la ejecución de su trabajo).

En principio hay que partir de la base de que el control visual facilita el descubrir dónde están las cosas en orden y dónde hay problemas o despilfarros, de un solo vistazo. La consecución del control visual es un paso muy importante en un proyecto de implantación de la filosofía *lean manufacturing*, es decir, de los conceptos de valor (o flujo de valor) y el enfoque *pull* de la producción. Las ventajas de la gestión visual son muchas, y a continuación se apuntan las más importantes:

1. Señala al operario sus objetivos de producción en cada momento, teniendo en cuenta lo producido en el pasado y la capacidad futura.
2. La comunicación visual, al contrario que un traspaso de información individualizado, fomenta el trabajo en equipo porque es común a un grupo de personas.
3. La transmisión de información de forma visual conlleva una autogestión.
4. Se elimina algún tipo de despilfarro, por las siguientes razones:
  - Una terminología común, lo cual permite a los diseñadores discutir a partir de los mismos conceptos y hacer valoraciones comparativas que estimen oportunas.
  - El mantenimiento y la evolución. Todos los sistemas tienen el mismo estilo y estructura.

- Una identidad común: lo que hace que todos los sistemas sean fáciles de reconocer
  - Reducción de la formación necesaria, porque los conocimientos son más fáciles de transmitir.
5. La gestión visual permite avanzar hacia la implantación de la filosofía *lean* y la aplicación de sus herramientas.

### **La gestión visual implica el seguimiento de procesos estandarizados**

Es importante estandarizar las actividades para organizar el trabajo en una secuencia eficiente sin despilfarros, con el objetivo de definir las normas del método de producción y disponer de una herramienta de mejora. Los tres elementos básicos del trabajo estandarizado son:

- *Takt time*: periodo de tiempo necesario para producir un producto.
- Secuencia de trabajo: secuencia para realizar las operaciones de montaje, recogida de materiales o partes, etc.
- *Standard work-in-process*: la cantidad mínima de productos existente en la línea de stock.

Las hojas con la descripción del “trabajo estandarizado” deben ser visibles en la línea y las más importantes son.

- Hojas de control: disponer en la línea de las hojas de control más importantes (producción horaria, mejora de OEE, control de *kaizen*, etc.).
- Progreso de la producción: debe ser visible en la línea el progreso de la producción. La información de “con o sin retraso” debe ser clara y simple para todos los operarios y el jefe de equipo.
- Control del stock: debe ser visible el nivel de stock, mínimo y máximo, de la línea.

La forma práctica y sencilla de presentar un procedimiento estandarizado es la utilización de una OPL (*one point lesson*). Una OPL consiste en escribir la información de forma sintética, concisa y clara, por ejemplo, cuando un futbolista está en pleno partido no puede consultar el Reglamento del Fútbol para saber lo que sucede. Para la comunicación entre el árbitro y el jugador se han inventado unos gestos que informan de manera visual e inmediata de lo que se debe hacer. Si tomamos la regla 5 del fútbol que hace referencia al tiro libre indirecto, en el apartado de “señal”, el reglamento dice que:

“El árbitro indicará un tiro libre indirecto levantando el brazo en alto. Deberá mantener su brazo en alto hasta que



el tiro haya sido ejecutado y conservar la señal hasta que el balón haya tocado a otro jugador o haya salido del juego”.

La alternativa en forma de OPL sería:



Desde la perspectiva de la gestión visual sería la figura del árbitro, que en el momento de la ejecución de la falta, tiene el brazo en alto.

El texto de la Regla 5 en términos empresariales representa un procedimiento o una instrucción, un mensaje simple (lo que se acaba de denominar OPL), y finalmente la figura de un árbitro con el brazo levantado que representa la gestión visual. En la empresa hay que hacer un esfuerzo para pasar la información contenida en los manuales al lenguaje visual y si no se consigue la suficiente precisión con ello, debe buscarse el apoyo en “instrucciones de un punto” que proporcionen soporte a lo anterior. Conviene insistir en el hecho de que el objetivo de una información convertida en imagen es plasmar de forma organizada informaciones altamente asimiladas y recordadas por quien las ve.

A continuación, se presenta un ejemplo de formato de una OPL, que puede ser usado como modelo.

ONE POINT LESSON (OPL)								
2.1 Logo 1	2.2 Logo 2 (opcional)							
<b>NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN</b> <small>Datos de la organización</small>								
1 Introdúcir información de la organización Indicar fecha de creación Fecha:								
4 Indicar número de formulario OPL <small>(enumeración inapreciable)</small>	5 Indicar área de aplicación Nº DOC: FOPL/00... ÁREA:							
ELABORADO POR: _____ REVISADO POR: _____								
6 Indicar los responsables de las acciones 8 Indicar las áreas de conocimiento asociadas a OPL								
TIPO <table border="1" style="display: inline-table; margin-left: 10px;"> <tr> <td>5S</td> <td>TPM</td> <td>Logística</td> <td>Energía</td> <td>Seguridad</td> <td>M.Ambiente</td> <td>Otros</td> </tr> </table>		5S	TPM	Logística	Energía	Seguridad	M.Ambiente	Otros
5S	TPM	Logística	Energía	Seguridad	M.Ambiente	Otros		
7 Introdúcir el concepto que se desea ilustrar TEMA: XXX								
9 Ilustrar y detallar las tareas a realizar <small>(el proceso de aprendizaje no debería superar 1 minuto es decir, deben ser conceptos sencillos)</small>								

Formato de una OPL. Fuente: Maria Khamashta Llorens (ESEIAAT).

También constituyen un ejemplo de gestión visual, los sistemas para contar visualmente. En el juego del dominó los números representados presentan una organización geométrica explícita, de manera que no hace falta contar de forma sistemática los puntos de la ficha de dominó para conocer su valor.



Este principio puede ser aplicado para contar rápidamente de forma visual. La acción de contar es una actividad no necesaria y que no añade valor y, por tanto, el hecho de organizarse para contar de manera visual reduce este despilfarro. Por ejemplo, en la imagen de la izquierda es difícil saber el número de huevos disponibles de forma rápida. Sin embargo, si se dispone de envases con una capacidad para seis unidades, bastará con contar las cajas llenas y después sumar los huevos de los envases incompletos para determinar el número total de unidades disponibles.



Cuando son examinadas, prácticamente todas las empresas humanas revelan la importancia del lenguaje visual. Los cineastas crean guiones gráficos que les ayudan a dar vida a sus guiones escritos. La fotografía y la ilustración médica son útiles para los cirujanos y otros profesionales del mundo de la medicina durante su aprendizaje.

La gestión visual (fotos, dibujos, esquemas, etc.) se justifica porque algunos estudios ponen de manifiesto que el 80% de la información *entra por los ojos*.



En la vida cotidiana las señales de tráfico, como son cuestión de vida o muerte, se basan en imágenes bien diseñadas, que no requieren un estudio profundo por-

que su interpretación es clara e inmediata. Los avisos de todo tipo y los logotipos ayudan a encontrar las tiendas y las marcas que gustan a los consumidores y son también buenos ejemplos del lenguaje visual en acción.

El líder de la implantación *lean* establecerá sistemas o mecanismos que permitan el control visual, tal como se ha visto en párrafos precedentes, con el objetivo de ser capaces de controlar lo que ocurre en el área de trabajo a simple vista.