

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
UNIVERSIDAD DE BURGOS**



**PROYECTO DE MEJORA CONTINUA DE  
UN PROCESO DE FABRICACIÓN EN SERIE  
PARA COMPONENTES DE AUTOMÓVIL**

**INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL**

AUTOR:

**RODRIGO MIÑÓN PEÑA**

TUTORA:

**SUSANA GARCÍA HERRERO**

**JULIO 2013**

## **Cláusula de confidencialidad**

Debido a que los datos incluidos en este proyecto provienen de un desarrollo industrial llevado a cabo por una empresa de Burgos, es necesario señalar que el contenido del presente proyecto fin de carrera podrá estar a disposición del equipo docente de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos pero en ningún caso podrán ponerse a disposición del público general.



## ÍNDICE

ANTECEDENTES.....	1
OBJETIVOS GENERALES .....	1
LEAN MANUFACTURING EN BENTELER .....	1
Lean manufacturing .....	1
BOS <sup>LE</sup> .....	2
Producción Ajustada .....	2
Diferencia entre Valor Añadido y Desperdicio.....	3
Formas de prevenir los desperdicios .....	3
Métodos y herramientas principales.....	5
PROBLEM SOLVING PROCESS (PSP).....	15
Definición.....	15
Pérdidas por no tener un correcto método de trabajo.....	15
Metodología .....	16
LÍNEA DE PRODUCCIÓN KNUCKLE MCA .....	20
Diagrama de flujo y lista de materiales.....	21
PRENSA .....	24
SOLDADURA, MECANIZADO & PUNZONADO .....	34
PINTADO, MONTAJE & EMBALAJE .....	43
HERRAMIENTA PERSONAL.....	47
Introducción .....	47
Tablero de Pérdidas.....	49
APLICACIÓN PSP EN LA LÍNEA KNUCKLE MCA .....	52
CONCLUSIONES .....	53
BIBLIOGRAFÍA .....	54



## ANTECEDENTES

El aumento de producción por parte del cliente ha ocasionado que la instalación actual quede obsoleta, necesitando una mejora a lo largo de todo el proceso de fabricación.

## OBJETIVOS GENERALES

Aumentar la rentabilidad del producto y proceso.

Incrementar las ventas y la participación en el mercado

Exceder las expectativas de nuestro cliente

## LEAN MANUFACTURING EN BENTELER

### **Lean manufacturing**

La meta de toda compañía es consolidar y aumentar beneficios. La consecución de dicho objetivo está ligada de forma indisoluble a que la compañía alcance una posición más competitiva dentro del mercado.

El mejor camino para que nuestra compañía sea cada vez más competitiva, a pesar de las difíciles circunstancias que atraviesa el mundo de la automoción, es satisfacer a nuestros clientes ofreciéndoles una mejora continua de nuestros productos y servicios, unida a una reducción de los costes y plazos.

Por este motivo, desde la Dirección estratégica de Mejora de la compañía se promueve la cultura Lean Manufacturing o Producción Ajustada, la Mejora Continua y el Trabajo en Equipo para alcanzar un objetivo global de eficiencia situando a la empresa en el primer nivel mundial en Calidad, Coste, Servicio y Gestión:

- *Lean* es crear más valor para los Clientes eliminando, en cualquier proceso, las actividades que no aportan valor al producto final.
- La *Mejora Continua*, son pequeñas mejoras, implantadas paso a paso.



- El *Trabajo en Equipo* es la consecución de objetivos comunes por equipos incluso de diferentes Departamentos.

Esta estrategia de implantación acelerada en toda la compañía de la filosofía de trabajo “Lean Manufacturing”, relacionada con la constante identificación y eliminación de los principales desperdicios y de todo aquello que no agrega valor, desde el punto de vista cliente interno y externo, se pretende implantar proceso a proceso dentro de la compañía. En este proyecto se llevará a cabo la implantación de la filosofía “Lean Manufacturing” sobre un proceso de producción de piezas fabricadas.

### **BOS<sup>LE</sup>**

Sistema operativo de Benteler, empresa eficiente. El objetivo es evitar cualquier tipo de desperdicio en nuestros procesos y aumentar, por lo tanto, el valor añadido. Por este motivo se eliminan los desperdicios de todas las áreas de la empresa en producción y administración.

Necesitamos este sistema porque es un factor principal a la hora de proteger nuestro futuro a largo plazo y asegurar la satisfacción del Cliente. Los Clientes esperan un coste bajo, productos de alta calidad entregados exactamente cuando el Cliente los necesita.

### **Producción Ajustada**

Una Producción “ajustada” es la que elimina continuamente tareas superfluas (desperdicios). Los tiempos de proceso cortos en todas las áreas permiten una rápida respuesta a las demandas del cliente. Esto lleva a una producción orientada al Cliente.



### **Diferencia entre Valor Añadido y Desperdicio**

Los procesos de producción se dividen en actividades con valor añadido y desperdicios. Las actividades con valor añadido son aquellas por las que un producto recibe un valor adicional. Por esto es por lo que el cliente está dispuesto a pagar.

Los desperdicios se dividen en desperdicios evidentes y desperdicios ocultos. Los desperdicios evidentes son aquellas actividades en que se ve claramente que no añaden valor a un producto, por ejemplo, el operario no puede encontrar las herramientas necesarias o tiene que desplazarse para encontrar los materiales necesarios. Estas actividades tienen que ser eliminadas.

Los desperdicios ocultos es trabajo que no se añade al valor del producto, pero que tiene que realizarse bajo unas circunstancias determinadas. Esto incluye, por ejemplo, la puesta en marcha de maquinaria. Estos tipos de tareas tienen que ser reducidos al máximo.

Nuestro objetivo es aumentar el porcentaje de actividades con valor añadido. Esto no hace referencia al incremento de la actividad del operario. Pero lo importante es reducir los desperdicios y facilitar el trabajo de éste.

### **Formas de prevenir los desperdicios**

Aplicando el sistema de producción “Just in time” y sus cuatro principios; Principio de Flujo, Principio de Takt, Principio de Pull, Principio de Cero Defectos. Todos estos principios se tienen que desarrollar de manera uniforme para conseguir que el JIT funcione sin ningún problema.

#### Principio de Flujo

El objetivo es un flujo continuo, simple y lógico de producción. En este caso los inventarios de productos terminados y semielaborados (WIP - work in process) se reducen hasta el mínimo. Los procesos interrelacionados y simples llevan a una reducción de los tiempos de espera. También se alcanzan stocks intermedios bajos, espacios de almacenamiento intermedio reducidos y menos transporte. Los métodos



y las herramientas son el análisis de la cadena de valor y la optimización del tiempo de cambio.

#### Principio de Takt

El objetivo es organizar y optimizar todos los procesos interrelacionados para adecuarlos al tiempo Takt. El tiempo Takt viene dado por la demanda media del cliente. El tiempo Takt del Cliente es el que establece el ritmo de producción. A través de la optimización del Takt, los tiempos de ciclo de trabajo se distribuyen, de manera equilibrada y constante, a los empleados y a los medios de producción.

#### Principio de Pull

El objetivo es iniciar la fabricación de un producto una vez que el pedido se haya recibido. Cada proceso pide al anterior solamente las partes necesarias. Al utilizar el principio de “si algo se va tiene que ser sustituido”, se evita el exceso de stocks intermedios y se reducen los tiempos de espera. La calidad se asegura a través del principio “llega primero, sale primero” ( First In, First Out - FIFO ).

Los métodos y las herramientas del Principio Pull son el supermercado y el Kanban.

#### Principio de Cero Defectos

El Principio de Cero Defectos es la base de los Principios Flujo, Takt y Pull. El objetivo es mejorar y estabilizar todos los procesos que tienen lugar dentro de la empresa. Para que un proceso sea estable, tienen que garantizarse la calidad del producto y una alta disponibilidad de los medios.

El Principio de Cero Defectos es una actitud general, conforme a la regla de : no aceptes fallos, no produzcas fallos y no suministres fallos.

Los métodos y herramientas más importantes del Principio de Defecto Cero son el 5S, POKA-YOKE, ANDON y TPM.



## Métodos y herramientas principales

### Trabajo Estandarizado

Un estándar es una parte de una realización correcta del trabajo diario. Pero, ¿qué es un estándar? La base de un estándar es un documento en el que se determina, por ejemplo, cómo se tienen que poner en marcha secuencias operativas especiales.

Ejemplos concretos son las instrucciones operativas, de proceso, de trabajo, normativas (DIN/ISO), listas de control y directrices.

El objetivo de la estandarización es la implementación uniforme de las operaciones de trabajo para asumir una calidad constante y continua de los productos producidos.

Para poner en práctica el BOS<sup>LE</sup> es absolutamente necesario establecer un estándar, porque sin esto toda mejora es difícil de mantener. Sin embargo, la documentación sola no es suficiente.

Las siguientes cuatro preguntas explican esto:

1. ¿Existe un estándar?
2. ¿Está actualizado?
3. ¿Lo conoce cada empleado?
4. ¿Trabaja cada empleado conforme a este estándar?

Sólo si la respuesta a todas estas preguntas es “sí”, existirá una base sólida para la producción ajustada.

### Tiempo de Cambio / SMED

El tiempo de cambio es el periodo de tiempo que va desde la producción de la última pieza OK del anterior producto hasta la producción de la primera pieza OK del siguiente producto. Shigeo Shingo, co-diseñador del Sistema de Producción de Toyota.

Para fabricar un nuevo producto, es normalmente necesario un cambio de troqueles ó herramientas para la nueva referencia. Para tiempos de cambio de mayor duración, normalmente se aumenta el tamaño de los lotes de producción y por tanto los stocks dentro de la producción son altos. El objetivo es reducir el tamaño de los lotes de



producción a través de la reducción del tiempo de cambio. Además de esto, la disponibilidad de los medios de producción se tiene que mantener e incluso mejorar. Además, el proceso de cambio se divide en actividades internas y externas. Las actividades externas incluyen todas las tareas necesarias para el cambio, pero que pueden realizarse durante el tiempo de funcionamiento de la máquina (máquina funcionando). Estos pasos son, por ejemplo, la preparación de herramientas, el transporte de herramientas de apoyo o la provisión directamente en el lugar de cambio.

Las actividades internas incluyen las tareas necesarias para el cambio que pueden hacerse solamente cuando la máquina esté parada. Estas tareas son, por ejemplo, el montaje y desmontaje del útil en la máquina, el ajuste y una prueba hasta que una pieza esté bien. Se tienen que pasar el máximo número de tareas de internas a externas.

### Mapeo de la cadena de Valor (Value Stream Mapping)

El mapeo de la cadena de valor es un método de visualización de la cadena de valor completa. Ejemplo: todo el proceso (flujos de material e información) unido desde la recepción del pedido del cliente hasta el envío del producto terminado a las instalaciones del cliente.

El mapa suele indicar cada paso del proceso, el tiempo que toma cada proceso y los inventarios a lo largo de todo el proceso o de la cadena de valor. El mapa proporciona al equipo de trabajo una información general de la cadena de valor actual como base para las actividades de mejora.

Por sí solo el mapa no proporciona las respuestas pero es una herramienta muy útil en cualquier tipo de actividad de mejora.

### Kanban

Kanban es una palabra japonesa y significa “señal”. Kanban está orientada especialmente a la demanda de las piezas desde las unidades de producción donde se utilizan éstas (por ejemplo, desde una celda de soldadura se solicitan piezas al área



de prensas). El término se utiliza frecuentemente en relación con las tarjetas que se ponen en los contenedores y que se usan para reenviar pedidos de material tan pronto como el material de una celda o estación de trabajo se haya agotado.

En principio, esto significa que todo lo que indica una demanda del material necesario durante el proceso de producción se llama Kanban.

Por lo tanto, un Kanban puede ser también un contenedor vacío dentro de una línea de producción. El Kanban conlleva una reducción de las existencias ya que se garantiza que siempre haya disponible unas existencias mínimas en el punto de consumo y, no se sobrepasa un máximo en el punto de suministro.

### Supermercado

Los supermercados tienen una función importante para proveer materiales a la producción. Con un supermercado es posible poner en marcha el Principio Pull para los procesos de producción que no se pueden “conectar” según los criterios del “One Piece Flow” (ejemplo: una prensa de estampación que suministra piezas a diferentes líneas de soldadura). El supermercado permite optimizar el espacio disponible y claramente identificado en la planta para el almacenamiento interno.

La retirada del material se realiza según el principio del FIFO.

### 5-S

5-S es un método para eliminar los desperdicios de desplazamientos para retirar productos, componentes, herramientas, etc y los desperdicios que se producen al tener que buscar herramientas y materiales. El resultado derivado de una implantación de las 5-S es un área de trabajo limpia y estandarizada.

Las 5-S significan:

Eliminar (retirar o eliminar los artículos que no se usan o se usan con poca frecuencia),

Organizar (organizar y asignar un lugar para cada cosa),

Limpia (limpiar para facilitar la detección de averías),

Estandarizar (crear procedimientos para respetar y mantener las primeras 5-S),



Seguimiento (auditar periódicamente para asegurar el respeto de las 5-S).

### Poka Yoke

Poka Yoke se traduce del japonés como “protección de errores”.(Poka = error, Yoke= protección). Por lo tanto se toman precauciones y se instalan sistemas técnicos simples para prevenir y evitar errores en el caso de que se produzca una acción o decisión incorrecta.

### Andon

Andon significa en japonés “farol de papel”. Con la ayuda de los sistemas Andon, los empleados pueden transmitir una señal visual en caso de fallo. La señal puede ser una señal luminosa o acústica. Con esto se genera una necesidad de ayuda y el tipo de ayuda requerida, como por ejemplo el servicio técnico, es solicitado. De esta forma, se reduce el tiempo de reacción y se puede solucionar el problema rápidamente.

### Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Mantenimiento Productivo Total (TPM) significa mantenimiento orientado hacia la productividad. Su objetivo es mejorar la disponibilidad del equipamiento y por tanto la estabilización de los procesos productivos. La puesta en marcha del TPM incluye normalmente cuatro pasos:

1. Limpieza y cuidado de la máquina (Análisis de defectos)
2. Puesta en marcha de estándares para realizar el TPM (por ej. la documentación del cambio de turnos)
3. Inspección autónoma (inspección y mantenimiento del lugar de trabajo)
4. Mantenimiento autónomo por el equipo de producción (Ver, escuchar, medir y controlar)

El TPM apoya al Principio de Cero Defectos: al principio, los tiempos de parada de los sistemas son transparentes. Después, se reducen de forma sistemática con la aplicación del estándar



Los operarios están integrados en las actividades del TPM ya que conocen la línea en la que trabajan. La reducción en tiempos de parada debido a fallos en el equipamiento significa que la productividad (cantidad de piezas por unidad de tiempo) aumenta.

### Gestión Visual

Los tableros visuales son una herramienta de comunicación. Mantenedos durante el proceso de producción por los operarios y los departamentos de apoyo, en el tablero se comunica cualquier tipo de problema, causa y acción correctiva planificada así como el rendimiento sobre el objetivo. En cada tablero, Benteler tiene “pirámides” de seguimiento estandarizadas que claramente muestran los resultados contra los objetivos y acciones en caso de desviación en la Seguridad, Calidad y Cantidad de Piezas Producidas. En las reuniones de cambios de turno se suelen utilizar los tableros para intercambiar información entre el turno saliente y entrante.

### Workshops

Formación Básica: en esta formación se facilita la base general del BOS<sup>LE</sup>. El punto principal es la simulación práctica en sala, que aclara los principios en gran medida.

Formación avanzada (academia): se enseña a los participantes los principios de producción ajustada (Principio de Flujo, Takt, Pull y Cero Defectos), que son simulados en una planta modelo.

Workshop y Lean checks: La implementación de los principios del BOS<sup>LE</sup> se concentra en actividades de trabajo en equipo.

Estas pueden ser Workshops (durante las fases de producción en serie) o Lean Checks (en las fases de desarrollo del producto y del proceso) conducidas por un Trainer . La línea de producción o área de trabajo elegida se optimiza a través de los 4 principios - Flujo, Takt, Pull y Cero Defectos.

Se analiza el rendimiento de la situación actual, se fijan objetivos para la situación futura y se utilizan las herramientas siempre que se pueda. Siempre que sea posible



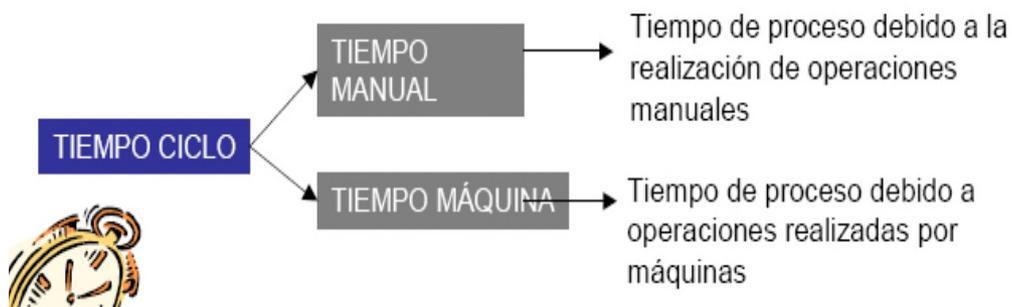
se implantan mejoras durante el evento y se sigue la evolución de las acciones a largo plazo.

### Indicadores

#### Eficiencia Global de la Instalación (OEE)

Un importante indicador del rendimiento (KPI) dentro del TPM es la Eficiencia Global de la instalación (Overall Equipment Efficiency-OEE). El OEE está basado en el producto de tres factores individuales: Disponibilidad (averías de maquinaria, tiempos de maquina parada, tiempos de cambio y ajustes), Capacidad (pequeñas averías, desviaciones en el tiempo de ciclo) y Nivel de Calidad (Piezas defectuosas, problemas de lanzamiento de líneas).

El Tiempo de ciclo es el tiempo necesario para realizar un ciclo de proceso productivo completo. La comparación entre el Takt Time y el tiempo de ciclo total de cada proceso revela las áreas significativas donde se puede eliminar el despilfarro (y también donde hay problemas de capacidad).





“MEJORA CONTINUA DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN EN SERIE PARA COMPONENTES DE AUTOMÓVIL”

BOSLE																	K3 Project-Scorecard			BENTELER Automotive	
Objeto de análisis:		GPIN:		0		Límite del sistema					Equipo de proyecto:					Verión:	4.0				
MCA/C1 KNUCKLE																	Preparado:	0			
Categoría: Choose Category please																	Fecha:	17/01/2011			
Tiempo de producción por turno:		7,75 h	ME <E> Pronóstico	Estado actual	Objetivo	YTD	Media por mes												Diferencia mes actual a objetivo en %	Comentarios	
KPIs		Fecha:	02/02/08	Ø 2011	Ø 2012		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
Requisito																					
Tiempo de Takt	seg / coche			24,5	26,9	26,5	22,7	22,7	22,5	28,3	26,2	27,1	38,3	26,1	24,8	24,3	27,1	36,0	34%		
Tiempo Ciclo (BDT)	seg / coche			24,3	20,0	22,5	20,7	22,9	22,1	21,1	22,8	22,1	22,4	26,3	22,5	23,0	22,7	20,8	4%		
Coches OK	Ø coches / turno			924	1178	978	1038	946	1019	1072	979	991	994	833	954	956	957	1045	-11%		
Operarios en proceso	Ø número / turno			58	54	50	53	49	51	54	51	48	49	42	48	49	47	51	-6%		
Productividad	OK coches/hora de trabajo			6,33	7,89	7,68	7,83	7,44	7,79	7,62	7,37	7,94	7,78	7,73	7,83	7,61	7,86	7,93	1%		
OEE	en %			75,0%	80,3%	78,7%	77,0%	77,7%	80,8%	81,2%	80,1%	78,5%	79,7%	78,6%	77,1%	78,7%	77,8%	77,9%	-3%		
Chatarra	en % de venta			1,27%	0,53%	0,42%	0,84%	0,54%	0,40%	0,42%	0,43%	0,45%	0,41%	0,31%	0,29%	0,33%	0,18%	0,20%	-62%	Coste chatarra: 12 euros/pieza	
Chatarra	en % de piezas producidas			2,42%	1,19%	0,96%	1,59%	1,34%	0,91%	1,05%	1,24%	1,01%	0,87%	0,65%	0,69%	0,74%	0,55%	0,58%	-51%		
PPM	en %			51	6	97	14	61	276	17	31	283	11	16	0	116	130	204	3306%		
FTTQ	en %			92%	93%	95%	94%	94%	95%	94%	93%	94%	96%	97%	95%	95%	96%	96%	3%		
Saturación	en %			114%	88%	92%	102%	105%	100%	80%	98%	93%	69%	94%	100%	113%	95%	57%	-35%		
Lead Time	días			5	6	7,5	7,3	7,2	7,1	7,2	7,2	7,1	11,6	6,2	8,4	8,7	8,0	4,2	-30%		
Espacio Ocupado	m²			2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	0%		
Completado CIP	en %			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%		
Opcional																					
para set-up																					
para JIT / JIS																					
para trabajo en equipo																					
Otro																					
Coste de fabricación/pieza	€/pz			6,42	5,05	0,65	0,79	0,66	0,73	0,63	0,69	0,55	0,53	0,64	0,65	0,72	0,64	0,63	-88%		



### Reuniones BIC, Bucle corto y PSP

Benteler Improvement Circle, son reuniones diarias de los jefes de línea, preparadores, responsables de departamento y todo aquel involucrado de alguna manera con el proceso de producción, dirigidas por el encargado de sección y el BOS. El objetivo es solucionar los problemas que se producen en la línea mediante el trabajo en equipo y la participación de todos.

Las herramientas de trabajo son el bucle corto y el PSP. El primero se utiliza a nivel de operario para los problemas nuevos y el segundo se utiliza, con la ayuda de un grupo especializado, para la resolución de los problemas que el bucle corto no puede dar solución.



“MEJORA CONTINUA DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN EN SERIE PARA COMPONENTES DE AUTOMÓVIL”

	<b>TRATAMIENTO DE PROBLEMAS EN BUCLE CORTO</b>	Fábrica: <input type="text"/>	Taller: <input type="text"/>	Nº Pb: <input type="text"/>
		PILOTO: <input type="text"/>		

Descripción del acontecimiento tal cual ha sido percibido. Ej.: Retraso PN1 MAF1 (Transfert eléctrico)

L1 Puesto XX

**1. Elección del problema**

Fecha de apertura

Problema	AMF/Máq.	G	F	Total

G: Gravedad, F: Frecuencia: 1, 5, 10.

**2. Definición del Problema:**

<p><b>¿QUÉ?</b></p> <p>Qué pretendo resolver (mejor que Qué ha sucedido). Ej.: Evitar los retrasos PN1 en MAF1 puesto XX</p>	<p><b>¿CUANDO?</b></p> <p>Cuando ha ocurrido: Fecha, hora, equipo...</p>	<p><b>¿CUANTO?</b></p> <p>Cuánto: <i>Noción de dimensión del problema</i>. Medible. Ej.: N° de veces, Tiempos de Parada, frecuencia, etc. Relacionar con objetivo si es posible</p>
<p><b>¿DONDE?</b></p> <p>Dónde ha sucedido: Lugar, máquina, elementos</p>	<p><b>¿COMO?</b></p> <p>Cómo ha sucedido: Manifestación o circunstancias ocurridas. Ej.: Al poner el embellecedor...</p>	

**3. Protección Cliente (Piloto del Pb)**

Si había una protección, ¿porqué no ha

Precisar protecciones existentes (dispositivos máquina, sistemas anti error, P-Y) o controles (en relación con la MQA) y porqué no han funcionado

Si hay piezas NC, ¿cual es su tratamiento

Tratamiento específico de la No Conformidad (Tipo de verificación, estándar de la misma, medios específicos, etc... También indicar los resultados del tratamiento (nº de piezas ó %)

Realización o actualización de Matriz QA:  Sí  No

Puesta al día de la MQA en función de las protecciones existentes o implantadas (si procede)

Acciones específicas de protección Cliente (generalmente provisionales en tanto en cuanto se resuelve el problema)

Acciones inmediatas	Quién

Resultados de las acciones inmediatas

Validez de las acciones inmediatas (eficacia de las mismas medida)



“MEJORA CONTINUA DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN EN SERIE PARA COMPONENTES DE AUTOMÓVIL”

**4. Comparación con el ESTANDARD** (Piloto del Pb)

Comparación en el terreno: encontrar los desvíos entre lo acontecido y el estándar. (Visión del problema desde todos los puntos de vista)

<b>Mano de obra</b>	S N <table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></table>							<b>Materia</b>	S N <table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></table>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El operario está formado</li> <li>- El operario respeta el modo operatorio</li> <li>- El operario conoce los puntos clave y razones</li> </ul> Otros: _____ _____		<ul style="list-style-type: none"> <li>- El producto entrante es el especificado</li> <li>- El producto entrante cumple especificaciones</li> <li>- El acondicionamiento es conforme.</li> </ul> Otros: _____ _____													
Indicar las conclusiones (primer nivel causal): hechos y constataciones más influyentes. Ej.: No se han respetado las consignas (estándar) del parámetro XXX															
<b>Medios</b>	S N <table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></table>							<b>Métodos</b>	S N <table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></table>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se emplean los útiles especificados.</li> <li>- Se fabrica según referencial</li> </ul> Otros: _____ _____		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existen los estándares asociados.</li> <li>- Existe un punto clave que concieme al defecto</li> </ul> Otros: _____ _____													

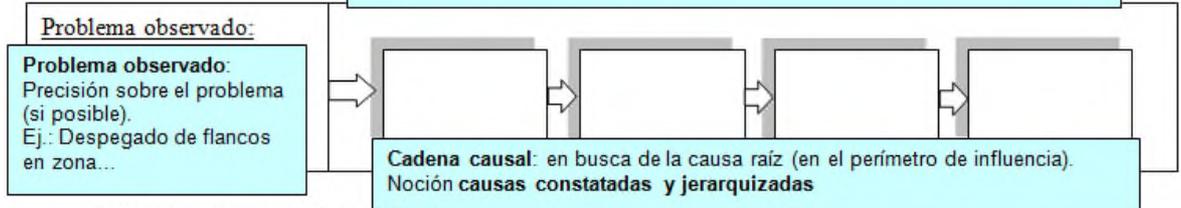
**5. Método de resolución:**

Modo de resolución: en función de la complejidad de las 4 M. A decidir siempre en reunión QRQC del nivel correspondiente por la célula de pilotaje. El mismo Pb. repetido requiere un Bib Solv.

Tratamiento en Bucle Corto     
  Tratamiento en Bib Solv

**6. Origen del Problema:**

Origen del problema: repetir el QUÉ del punto 2 (que pretendo resolver). Ej.: Evitar el despegado de flancos...



**7. Acciones (en caso Bucle Corto)**

Acción	Quien	Cuando	Estado avance
Acciones: Siempre en relación con la (s) causa (s) más influyente (s) en la búsqueda de la mayor eficiencia (eficacia al menor costo). Verificar siempre la actualización o creación de algún estándar, así como la formación (re) de los Hombres			⊕
			⊕
			⊕
			⊕

Fecha de revisión:

Fecha de cierre:



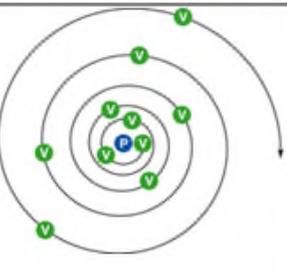
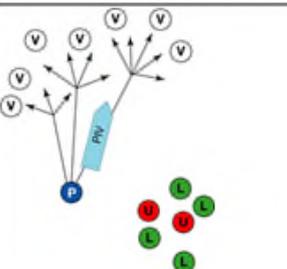
## PROBLEM SOLVING PROCESS (PSP)

### Definición

Método de solución de problemas, basado en la consideración de los hechos y los datos, sin especulación, para un problema que está causado por numerosos elementos. Es un medio de comunicación, una filosofía de empresa, una manera de pensar los problemas, una herramienta de progreso continuo y un medio eficaz de gestionar el PDCA. Su dominio y utilización regular es una garantía de estabilidad y eficacia.

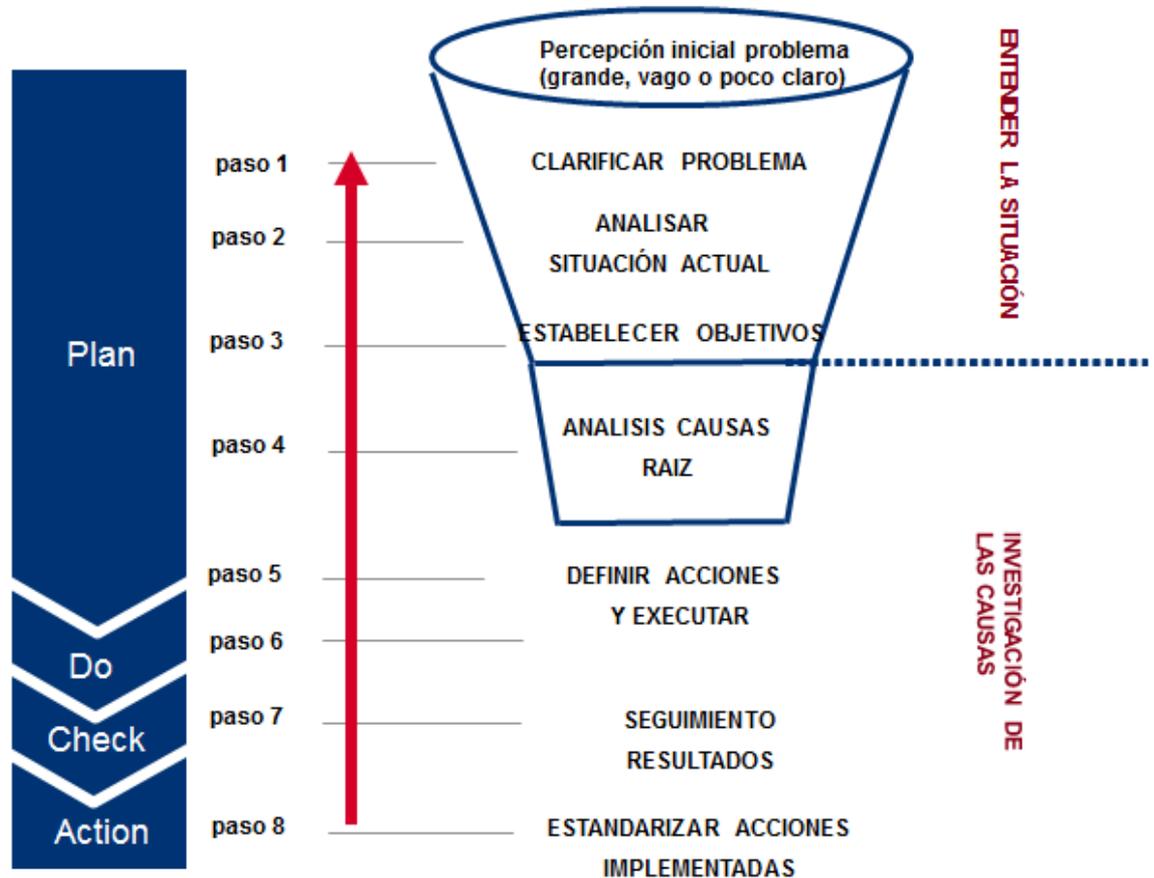
### Pérdidas por no tener un correcto método de trabajo

Metodo	Parálisis, y no análisis	Hacer, hacer, hacer...
		
Tipo	Teórico	Práctico
Ejemplo	Reuniones de análisis sin resultado práctico	Cambios de ingeniería, cambios de layout, controles adicionales
Resultado	Discusión interminable sobre las causas. Tiempo perdido	Problema no resuelto; desperdicio de energía (normalmente en los efectos, y no en las causas raíz)

Tipo	“Encajonarse”	No priorizar	Limitación de ámbito
			
Error	Muy pronto enfocarse en solo una causa	Busca permanente por nuevas razones	Limitarse a solo un tipo de factor de influencia
Resultado	Soluciones parciales, y no eficaces	No se pasa al análisis de las causas-raíz	Falta de visión general



## Metodología



Preguntas básicas sobre el problema a resolver antes y durante la búsqueda de la solución óptima:

1. ¿El problema es permanente o existe sólo en el caso de algunos productos / procesos?
2. ¿El equipo espera que resuelva el problema?
3. ¿Se puede encontrar una solución factible dentro del período de tiempo predeterminado?
4. ¿Puede ser resuelto dentro del equipo en un periodo de tiempo predeterminado o es necesario contratar ayuda externa?



### 1º IDENTIFICAR EL PROBLEMA (SITUACIÓN ACTUAL E IDEAL)

Contestar sucintamente preguntas tales como:

- ¿Cuál es exactamente el problema? ¿Cuál es el fallo o anomalía?
- ¿Qué productos o procesos se ven afectados?
- ¿Cuándo apareció por primera vez?
- ¿Cómo es la tendencia del problema?
- ¿Cuál es la frecuencia del problema?

Actividades:

- Investigar los hechos - No puede existir la especulación
- Hablar con las personas involucradas.
- Observar directamente la situación y tomar datos de todo tipo.

Objetivos:

1. Aclarar la situación ideal y la situación actual en la que se encuentra el proceso.
2. Visualizar la diferencia entre la situación actual y la situación ideal.

### 2º ENTENDER LA SITUACIÓN ACTUAL (MÉTODOS ESTADÍSTICOS, ISHIKAWA)

Directrices Generales:

a) GO & SEE

- Ir al lugar de trabajo donde se produce el problema (Involucración práctica).
- Hablar con los operadores siendo curioso.
- Comparar las piezas buenas y malas, turnos, días, productos.

b) Hablar con datos, no hay que especular

- Explicar la situación con números tomando decisiones basadas en hechos.



Analizar el problema:

Identificar los principales contribuyentes

Especificar la detección de errores y el punto de presencia del problema en el proceso

Especificar los principales contribuyentes y recopilar y organizar posibles causas con Ishikawa-Diagrama

Análisis de Datos y Visualización Problema:

Utilizar gráficos simples para el análisis de datos; es mejor usar varios gráficos sencillos que uno demasiado complicado.

Causa y efecto (diagrama de Ishikawa):

Herramienta sencilla para la identificación sistemática de las causas por las que se produce el error. Se dividirá en causas principales y secundarias.

Se evaluarán las ideas recogidas por el equipo en tres grupos:

**O** Posible causa investigada y confirmada como no contribuyente al problema

**T** Posible causa investigada, confirmada como contribuyente o causa indirecta

**X** Posible causa investigada y confirmada como causa directa

Las ideas importantes se marcarán con un número con la prioridad en un triángulo.

### 3º MARCAR OBJETIVOS (SMART)

- Specific
- Measurable
- Ambitious
- Realistic
- Time-bound



#### 4º ANÁLISIS CAUSA RAÍZ (5 WHY)

Visualización de la influencia que tienen las ideas de prioridad del ISHIKAWA a nuestro problema.

Preguntar 5 veces “¿Por Qué?” para encontrar la causa raíz del problema

Confirmar las respuestas con “Por lo tanto” desde la causa raíz hasta el problema.

#### 5º / 6º PLAN DE ACCIONES (SEGUIMIENTO, CONTROL Y EJECUCIÓN)

Es un proceso para desarrollar las contramedidas:

1. Desarrollar tantas contramedidas potenciales como sea posible
2. Seleccionar las contramedidas con mayor valor añadido.
3. Construir un consenso con todos los departamentos involucrados
4. Crear una acción clara y concreta de planta

Ejecutar proceso:

1. Con esfuerzos conjuntos, implementar medidas con rapidez y persistencia
2. Compartir información con otros al informar, notificar y consultar
3. Si no logramos los resultados esperados, intentar otras medidas.

#### 7º MONITORIZACIÓN DE RESULTADOS

Visualización de números, datos, hechos... del diagrama de "fijación de objetivos"

Evaluar los resultados y los procesos, compartiéndolo con los miembros implicados.

Comprobar si las medidas son 100% implementadas.

Comprender las razones del éxito del fracaso.

Aclarar la eficacia de las medidas para resolver el problema.

#### 8º ESTANDARIZACIÓN Y LECCIONES APRENDIDAS

1. Establecer procesos de éxito como un nuevo estándar.
2. Compartir y poner en conocimiento de todos, el nuevo estándar.
3. Utilizar las formas usuales para establecer normas: Plan de control, instrucciones de ensayo y de trabajo, especificación de requisitos del estándar, procedimientos...



INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

“MEJORA CONTINUA DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN  
EN SERIE PARA COMPONENTES DE AUTOMÓVIL”

---

# LÍNEA DE PRODUCCIÓN KNUCKLE MCA

SUPRIMIDO ARCHIVO CONFIDENCIAL



## HERRAMIENTA PERSONAL

### Introducción

Para resolver un problema dentro de un proceso de producción, hay que tener en cuenta todo el conjunto del proceso y no solo la zona que creemos o te dicen que se cree que es el problema. Si es un problema antiguo en donde ya han trabajado personas como es este caso, lo mejor es empezar de cero e intentar tener la mente más abierta.

Un ejemplo típico que se utiliza en las formaciones de mejora continua, puede daros una pista más clara de lo que intento explicar. El enunciado es el siguiente:

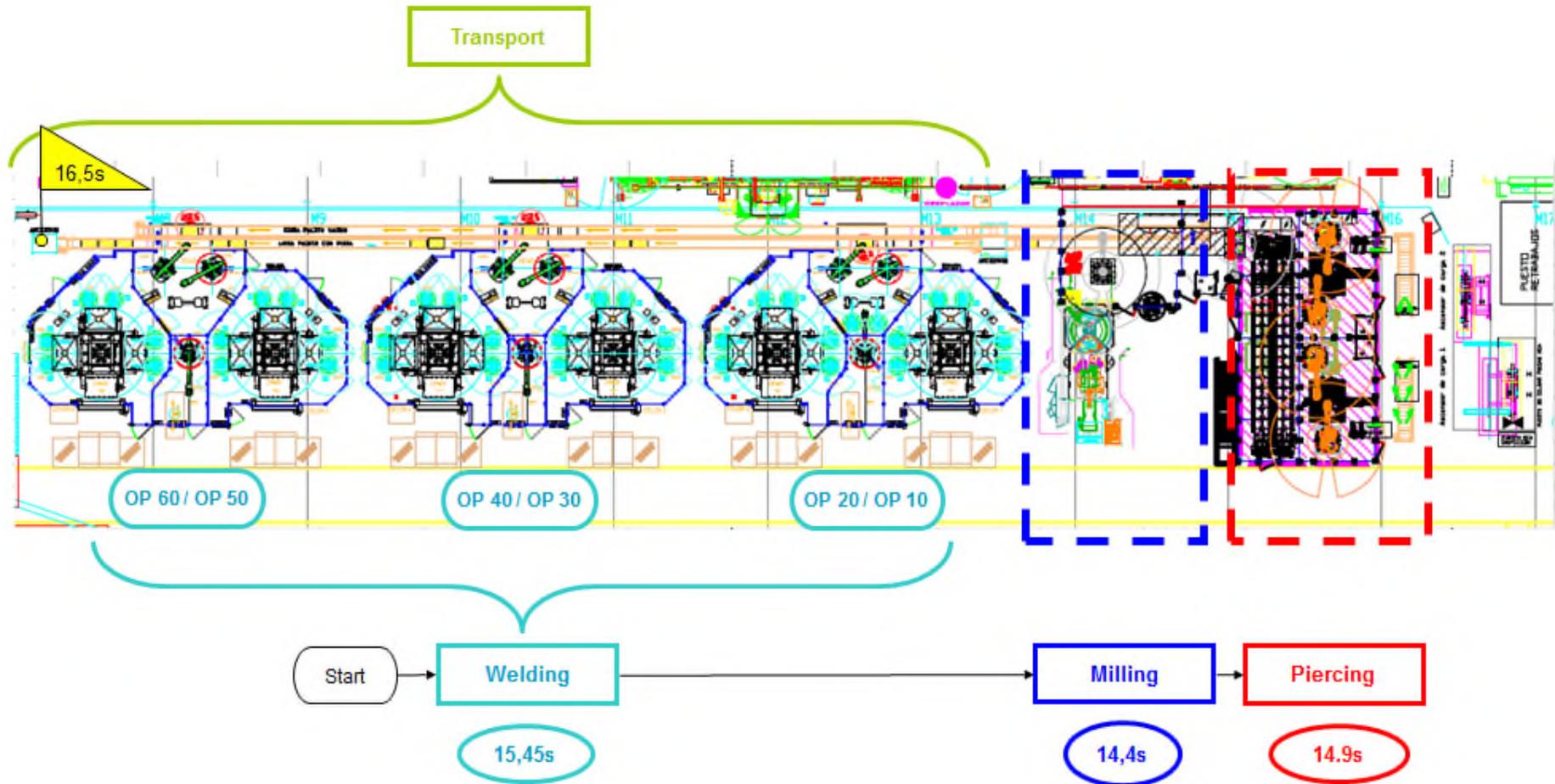
Unir estos 9 puntos con cuatro líneas rectas sin levantar el lápiz del papel.



Esta forma de pensar me ayudó a descubrir un problema de cuello de botella en la línea de producción del Knuckle. Todos estaban centrados en mejorar las partes visibles del proceso, como el mecanizado, el punzonado, las celdas de soldadura, pero nadie se percató del ascensor que hay en el transporte que lleva las piezas de las celdas de soldadura al mecanizado. Las celdas tienen un tiempo de ciclo de 15,45 segundos y el ascensor tenía 16,5 segundos, lo que hubiera supuesto una pérdida de 276 coches/día, siendo esta línea la más importante en cuanto a ingresos para Benteler.



“MEJORA CONTINUA DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN  
EN SERIE PARA COMPONENTES DE AUTOMÓVIL”





### **Tablero de Pérdidas**

Para identificar el problema se requieren muchas horas de estudio y sobre todo de observación y entendimiento. Una muy buena manera de alcanzar el conocimiento necesario para llegar a resolver estos problemas es el estudio de parada por tiempos. Este método de trabajo se basa a grandes rasgos de estudiar, todo lo preciso que uno quiera, el proceso de producción a través de una hoja de pérdidas, el cronómetro y maestría para captar cuantos más datos relevantes le sean posibles. Es una tarea ardua y pesada pero una herramienta muy potente con la que se pueden obtener resultados sorprendentes.

El método de trabajo es el siguiente:

Se cubren en la hoja de registro los tiempos ciclo a ciclo, siempre que se supere el TC objetivo se debe marcar una “X” en el código de parada correspondiente. Una vez hecho el estudio se analiza en una hoja de métodos y tiempos, en la cual podemos observar la eficiencia, el peso de cada parada, el tiempo de ciclo...

Explicación de códigos básicos:

TC: El tiempo de ciclo no se cumplió sin causa o parada aparente achacable a la OP, ni estaciones posteriores o anteriores, el operario no cumplió con el tiempo de carga.

AVERÍA: se produjo una intervención o avería mayor de 3 minutos (depende de cada operación) en la OP a analizar

MP: Microparada, paradas inferiores a 3 min (depende de cada operación), retrasos de ciclo por causas de la OP: apertura persiana, rearmes, etc, siempre de la OP o estación analizada.

PF: Parada funcional, limpieza boquillas, TPM.

SOLD: Paradas por Calidad, corrección de cordones, ajuste, cambio cables, cuello.

PI: Faltan componentes, paradas por carretillero, Falta operario, etc

SAT: Saturación, la OP para por que la siguiente esta parada y no le permite dejar pieza y continuar ciclo.

FP: Faltan piezas, la OP anterior no suministró piezas para continuar con el ciclo



“MEJORA CONTINUA DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN  
EN SERIE PARA COMPONENTES DE AUTOMÓVIL”

Fecha: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_ Máquina: \_\_\_\_\_  
Turno: \_\_\_\_\_ Operación: \_\_\_\_\_

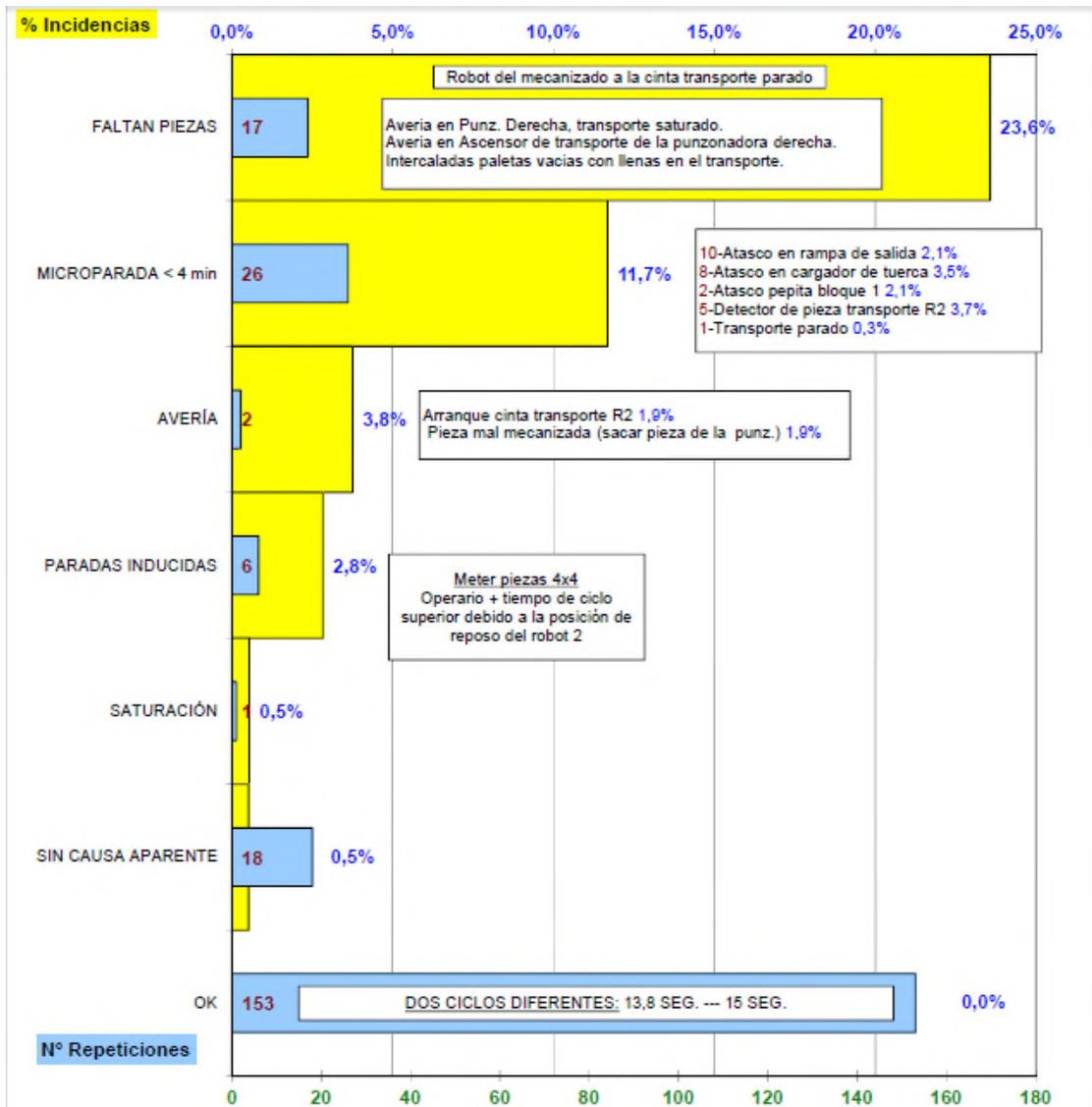
HORA INICIO \_\_\_\_\_ HORA FINAL \_\_\_\_\_ N° PIEZAS \_\_\_\_\_ Analista: \_\_\_\_\_

N°	TC	OK	TC	AVERIA	MP	PF	PI	SAT	FP	CAL	EXPLICACION
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											

TC REAL      CODIGOS PARADA, SE MARCA UNA X EN LA COLUMNA      EXPLICACION PARADA



“MEJORA CONTINUA DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN EN SERIE PARA COMPONENTES DE AUTOMÓVIL”



**RESUMEN**

CICLO MEDIO DESCARGA	29,5	SEG/ CICLO MEDIO
----------------------	------	------------------

TIEMPO ESTUDIADO:	192,0 minutos	1080	piezas / turno	Capacitac 100%	781 Piezas
TIEMPO PRODUCCION	109,6 minutos	57,1%	446	Capacitac 80%	625 Piezas
INCIDENCIAS	82,4 minutos	42,9%		piezas tiempo estudiado	

EFICIENCIA DE PROCESO DURANTE LA PRUEBA	57,1%
---	-------

CAPACIDAD TURNO	465 minutos	14,8	seg / pieza	Capacidad 100%	1891 PIEZAS
				Capacidad 80%	1513 PIEZAS



INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

“MEJORA CONTINUA DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN  
EN SERIE PARA COMPONENTES DE AUTOMÓVIL”

---

# APLICACIÓN PSP EN LA LÍNEA KNUCKLE MCA

SUPRIMIDO ARCHIVO CONFIDENCIAL



## CONCLUSIONES

Recordemos un poco de teoría; eficiencia es la relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con el mismo. Se entiende que la eficiencia se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo. Respecto a la eficacia, podemos definirla como el nivel de consecución de metas y objetivos. La eficacia hace referencia a nuestra capacidad para lograr lo que nos proponemos.

En una época en donde estas palabras tienen tanto peso en nuestra sociedad y en que conseguir el mejor producto al menor coste es el objetivo principal necesitamos la filosofía Lean Manufacturing y en nuestro caso BOS<sup>LE</sup> para conseguir los mejores resultados posibles. Esto no es nuevo y por eso, siempre se intenta dar un paso más dentro de estas corrientes de pensamiento y formas de actuar, de este modo podemos tener una ventaja competitiva frente a los demás competidores. Ya no solo se estructura la forma de trabajar en los procesos de mejora continua y estandarización sino que también se estructura la forma de pensar según un estándar, para solucionar de la forma más eficaz un problema. Es esta la razón de ser del PSP, conseguir siempre unos resultados y una profundización mínima al resolver un problema.



## BIBLIOGRAFÍA

- The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production James P. Womack, Daniel T. Jones, Daniel Roos.
- “Learning to See” Mike Rother, John Shook
- J. Womack y D. Jones – "Lean Thinking", Simon & Schuster, 1996
- Ingeniería de Mantenimiento – Rabelo – Nueva Librería – 1997
- IMAI, Masaaki, Cómo implementar Kaizen en el sitio de trabajo (Gemba) Mc. Graw Hill, Colombia, 1998.
- Mantenimiento de Máquinas Eléctricas – Orrego – Paraninfo – 2002
- Gestión Integral de Mantenimiento – Navarro – Marcombo – 1997
- El mantenimiento. Fuente de beneficios – Souris – Díaz de Santos – 1992
- Intranet Benteler Automotive
- Documentación Benteler BOS<sup>LE</sup>