

## DESPLIEGUE DE WCM PM EN LA MEJORA DE OEE EN EQUIPOS DE MOLDEO DE PLASTICO MEDIANTE PDCA: UN CASO DE ESTUDIO

Benito Cano Morales<sup>1</sup>, Dr. Juan Miguel Díaz Mendoza<sup>1</sup>,  
Y Dra. María Teresa Portillo Escobedo<sup>1</sup>

**Resumen**—Word Class Manufacturing “WCM” es un sistema de organización de la producción adoptado por alguno de los fabricantes más importantes del mundo como Fiat, Chrysler, Tetra Park y otros. El objetivo del sistema WCM es mejorar la eficiencia en los procesos industriales y garantizar la fabricación de productos de calidad, eliminando los desperdicios y pérdidas mediante el compromiso de todos los niveles de la organización en el uso de las mejores prácticas a nivel global. La metodología pretende conseguir lo mejor en todos los aspectos, cero incidentes, cero defectos, cero desperdicios y cero stocks. Este artículo describe como se despliega la WCM en una empresa automotriz de moldeo que usa en conjunto con la metodología “Plan, Do, Check, and Act (PDCA) de Deming para mejorar el “over all equipment efficiency” (OEE) en una forma estructurada que permite un proceso sistemático para considerar en la industria.

**Palabras clave**—Metodología, despliegue, calidad, OEE, WCM

### Introducción

En ingeniería, el moldeo por inyección es un proceso semi continuo que consiste en inyectar un polímero, cerámico o un metal en estado fundido en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta (Saúl Sánchez, 2001) lo explica mejor. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semi cristalinos. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada.

El mantenimiento de equipo es importante para tener indicadores claves de desempeño de las empresas. Los indicadores de “over all equipment efficiency” (OEE) son importantes ya que estos establecen la disponibilidad del equipo “Availability”. Parámetros adicionales que se analizan son “Mean time to repair” MTTR que es tiempo medio de reparación, así como el “Meant time between failures” MTBF, que es tiempo medio entre fallas. Esto lleva a establecer la eficiencia de las líneas de producción.

El Word Class Manufacturing “WCM” es un concepto de gestión de mejora continua (Lap-Wronska, 2016) el cual se cimenta en dos sistemas de pilares. Estos pilares se dividen en dos áreas las cuales una es la gerencial y la segunda es de sistema de calidad. De acuerdo con (Gajdzik 2013) los diez pilares de calidad están enfocados a diferentes áreas y cada uno lleva a cabo el proceso de “plan, Do, Check, Act” PDCA que es el círculo de Deming Figura 1. En la figura se muestran cada uno de los pilares y el “Profesional Maintenance” (PM) es el que se analiza en este caso. PM es aplicado en el WCM mediante la metodología de mejora continua de PDCA. Es importante recordar que el círculo de Deming es un proceso de mejora continua que debe ser llevado a cabo involucrando a la gerencia (Jonsson 1997). Deming (1998) menciona que es clave el apoyo de la gerencia como lo menciona es su libro “Out of the crisis” en los 14 puntos para la gerencia.

De acuerdo con el WCM se lleva a cabo la solución de problemas siguiendo la metodología PDCA la cual en WCM consiste en 7 pasos los cuales son específicos para cada pilar (Midor 2012). En el caso que se analiza es el PM lo cual muestra la flexibilidad e importancia de la gestión que genera la WCM en la mejora continua.

<sup>1</sup> Benito Cano Morales, es estudiante de Ingeniería en Manufactura en la Universidad Autónoma de Cd. Juárez Chihuahua, México. <sup>1</sup>Dr. Juan Miguel Díaz Mendoza (autor correspondiente) [juan\\_diaz@uaci.mx](mailto:juan_diaz@uaci.mx) y la Dra. María Teresa Portillo Escobedo, son profesores de Ingeniería Industrial y Manufactura en la Universidad Autónoma de Cd. Juárez Chihuahua, México.

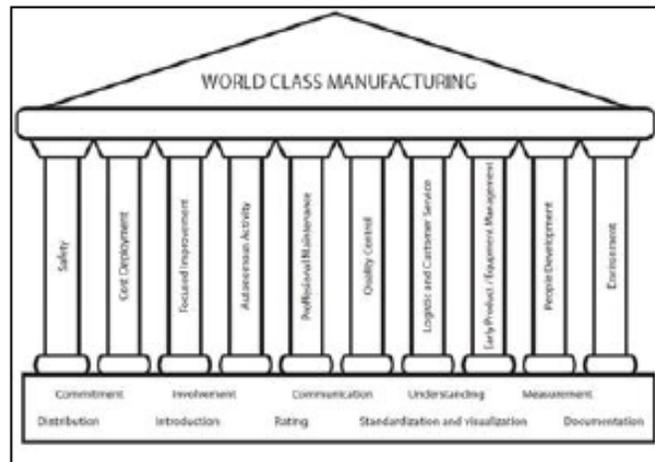


Figura 1. Los diez pilares de la mejora continua de WCM (Lyp-Wronska 2016)

### Descripción del Método

La estrategia de WCM fue desplegada en una compañía automotriz con proceso de moldeo plástico. El proceso de análisis y mejora del proceso se llevó a cabo durante un periodo de aproximadamente de un año. Se establecieron los pasos de la metodología con base al método PM basado en PDCA el cual se muestra en la figura 2. (Sanchez 2001)

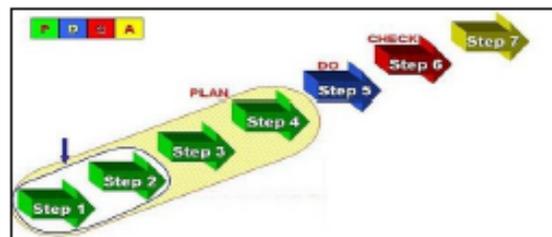


Figura 2. Siete pasos con enfoque de PDCA (Themes 2020)

La estrategia para establecer los 7 pasos se basó en aplicar en específico cada uno de ellos en la mejora del OEE de una máquina de moldeo de plástico la cuál fue seleccionada en base a los resultados anuales de indicadores de la compañía lo cual se observa en la figura 3. Considerando la maquina se siguió los siete pasos como se menciona a continuación:

- 1- Eliminación y prevención del deterioro acelerado
- 2- Análisis para revertir el deterioro de maquina
- 3- Establecer estándares de mantenimiento
- 4- Contramedidas para resolver fallas crónicas y alargar la vida de maquina
- 5- Establecer un sistema de mantenimiento periódico
- 6- Establecer un sistema de mantenimiento predictivo
- 7- Establecer un sistema gestión de costo y mantenimiento.

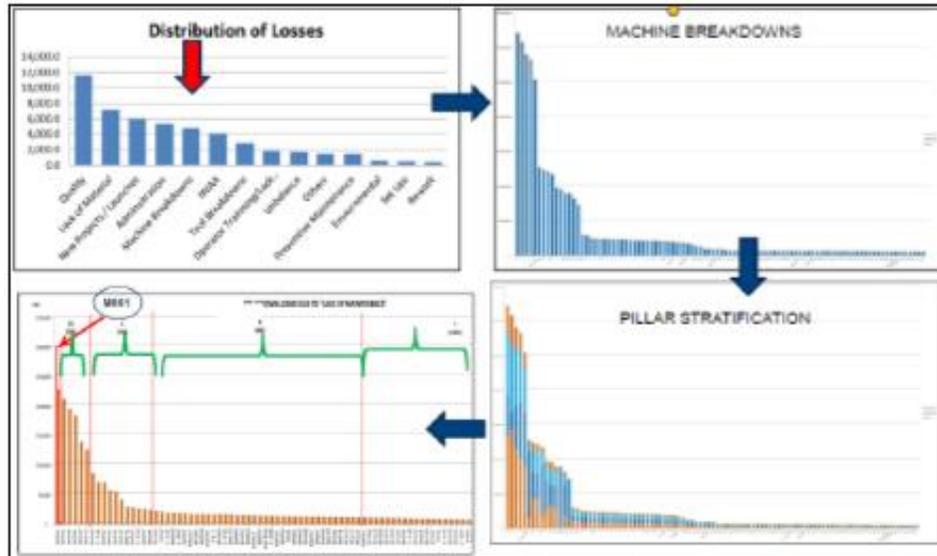


Figura 3. Selección de máquina para proyecto de PM con enfoque PDCA.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

EL desarrollo de la mejora de la maquina siguiendo la filosofia de WCM basado en PM con enfoque PDCA permitió revertir el deterioro del maquina M061 y el OEE. La metodologia PDCA que se adaptó a los 7 pasos de WCM y se llevó a cabo el despliegue de la metodologia para alcanzar estos resultados y se describe a continuación.

Paso 1 Reducir el deterioro acelerado: se llevaron a cabo las actividades de evaluar e identificar las áreas que se requeria mejora para reducir el deterioro de la máquina. La figura 4 muestra los grupos analizados.

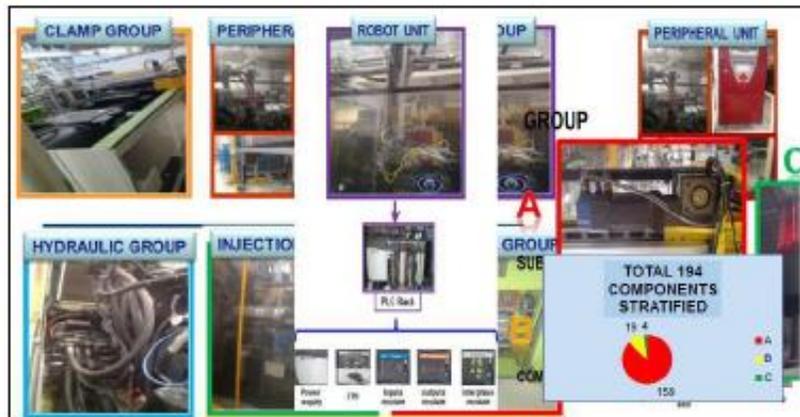


Figura 4. Grupos de partes analizados.

Paso 2 revertir el deterioro. En este paso se identificó los sistemas que generaban mayor impacto en la eficiencia de la máquina. A través de las "emergency work orders" (EWO) se generó un plan de acción para analizar la forma de falla de estos sistemas figura 5.



Figura 5 Sistemas con mayor EWO.

Paso 3 Establecer estándares de Mantenimiento: Hecho los cambios de acuerdo con el análisis de revertir el deterioro se estableció cambios en el mantenimiento de manera que se generaron estándares para cambiar de PM a AM. Estos cambios se establecieron con la retroalimentación de los proveedores y la información técnica de las partes ya que en alguno de los componentes fue necesario cambiar o usar diferente proveedor para revertir el deterioro. La figura 6 muestra el análisis de actividades PM y AM que se establecieron para los estándares.

Paso 4 Contramedidas para reducción de costo y alargar vida útil de equipo. Este paso requirió el analizar la lista de partes en relación al costo de mantenimiento incluyendo el costo de la parte. Este permitió desarrollar el análisis de MTTR y MTBF de manera que se desarrollara un proceso de reemplazo de partes por aquellas de mayor durabilidad. La figura 7 muestra el análisis de costos.

AM Step	AM Activity	PM support
Step 1 Initial Cleaning	Identification of anomalies, hard to access points, and sources of dirt.	Assist in restoring conditions, Support tagging process
Step 2 Elimination of Sources of dirt	Index of hard to access points and sources of dirt. Beginning of quick kaizen activities	Improve hard to access points, Support reduction of cleaning and inspection times.
Step 3 Am Standards Definition	Definition of cleaning, lubrication, and inspection standards.	Definition of components for AM. Creation of standards and OPL training
PM Step	PM Activity	AM support
Step 1 Equipment Evaluation	Machine classification, Reversal of deterioration, elimination of sources of dirt, Support AM steps 1, 2 & 3	Identify sources of dirt, chip build up and hard to access points.
Step 2 Analysis of Breakdown	Improve skills and understand root cause of losses.	Improve hard to access points, Support reduction of cleaning and inspection times.
Step 3 PM Standards Definition	Definition of standards TBM for critical components.	Improve PM standards on critical components and develop new tasks for any breakdowns.

Figura 6 Actividades PM y AM para los estándares de mantenimiento.



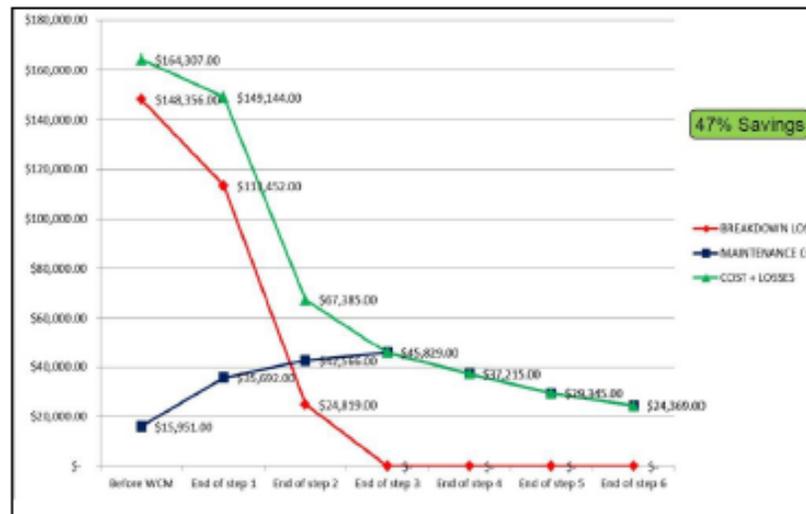


Figura 9. Reducción de costos en paso 6.

Tabla 1. Resultados de la implementación de WCM en PM

KPI	PASO 1	PASO 2	PASO 3	PASO 4	PASO 5	PASO 6
BD	12	5	1	0	0	0
M061 MTTR(Min)	77	63	55	0	0	0
MTBF(Hrs.)	325	738	1459	2909	6207	11964
OEE(%)	65%	69%	74%	77%	81%	85%
AVALIABILITY(%)	85%	89%	98%	99%	99%	99%

Fuente: Propia. Key performance Indicators (KPI)

### Conclusiones

Los resultados demuestran la forma que se desplegó el proceso de mejora continua del WCM utilizando el PDCA. Esto llevó a una metodología acorde al PM que permitió un enfoque sistemático en el paso a paso de la mejora del OEE que era de un 65% al inicio y se alcanzó un 85% al final como se muestra en la tabla 1 el cual se fue incrementando en base al aplicar la metodología de PDCA. Adicionalmente los parámetros de MTBF y MTTR se redujeron y se generó actividades de mejora en los procedimientos de análisis y estandarización de mantenimiento.

### Recomendaciones

La gestión de WCM en las compañías puede generar un cambio en la perspectiva de desplegar un sistema de solución de problemas basado en la metodología de PDCA del círculo de Deming. Es viable sugerir a las compañías o profesionales de mantenimiento el que se analice la aplicación de WCM en sus procesos.

### REFERENCIAS

- Deming, W. E. 1998. *Out of the Crisis*. Cambridge, MA: MIT CAES.
- Gajdzik, B. 2013. «World Class Manufacturing In Metallurgical Enterprise.» *Metallurgija* 131-134.
- Jonsson, P. 1997. «The status of maintenance management in Swedish manufacturing firms.» *Journal of Quality in Maintenance*. 233-258.
- Lyp-Wronska, K. 2016. «World Class Manufacturing methodology as an example of problems solution in Quality Management System.» *Key engineering Materials* 342-349.
- Midor, K. 2012. «World Class Manufacturing – characteristics and implementation in an automotive enterprise.» *Scientific Journals* 42-47.
- Sanchez, S. 2001. *Moldeo por inyección de termoplásticos*. Mexico: Limusa.
- Themes, M. H. 2020. *Business-Build Information*. 28 de Oct. <http://smartmanagement.info/>.