



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO  
DE HIDALGO**

---

---

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍAS**

“APLICACIÓN DEL SMED PARA LA SOLUCIÓN DE  
PROBLEMAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN POR  
TERMOCOMPRESION”

**T E S I S I N A**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**INGENIERO INDUSTRIAL**  
P R E S E N T A :  
P.D.I.I. **BEATRIZ LOPEZ ORTEGA**

ASESOR: M. EN C. JOSE ANTONIO AGUILAR HERNANDEZ

PACHUCA, HGO.

NOVIEMBRE 2007

# ÍNDICE

	Pág.
Introducción	1
Capitulo1: Aplicación del SMED	5
1.1 Antecedentes históricos.	6
1.2 Definición del SMED.	7
1.3 Método anterior de trabajo.	7
1.4 Efectos de la aplicación del SMED.	8
1.5 Técnica para la aplicación del SMED.	8
Capitulo 2: Definición del proceso de termocompresión	10
2.1 Definición del proceso de termocompresión	11
2.2 Materiales.	11
2.3 Maquinaria y equipo.	11
2.4 Método de trabajo.	12
2.4.1 Recepción de materia prima.	12
2.4.2 Inspección y prueba.	12
2.4.3 Almacenaje del SMC.	12
2.4.4 Surtimiento del SMC.	12
2.4.5 Modelo.	12
2.4.6 Desmoldeo.	14
2.4.7 Enfriamiento.	15
2.4.8 Rebabado.	15
2.4.9 Barrenado.	16
2.4.10 Troquelado.	16
2.4.11 Corte.	17
2.4.12 Ensamble.	17
2.4.13 Inspección final.	17
2.4.14 Empaque.	17
2.4.15 Almacenaje.	17
2.4.16 Embarque.	18
Capitulo 3: Descripción del problema.	19
3.1 Método actual de trabajo.	20
3.2 Descripción del problema.	22
3.3 Aplicación del SMED al cambio de moldes.	22

Capitulo 4: Solución al problema.	25
4.1 Identificación de operaciones.	26
4.1.1 Técnica 3 $\mu$ .	26
4.1.2 Técnica 5'S.	28
4.2 Conversión de actividades.	30
4.3 Método propuesto.	32
Conclusiones.	34
Glosario	36
Bibliografía	38
Anexos	
Anexo 1: Diagrama de flujo de proceso de termocompresión.	
Anexo 2: Formato de rastreabilidad.	
Anexo 3: Lay out de planta.	
Anexo 4: Programa de producción semanal.	
Anexo 5: Capacidad de planta.	
Anexo 6: Lista de verificación de cambio de moldes.	

# INTRODUCCIÓN

En la década de los 40's surge la fabricación de partes de fibra de vidrio en USA, para responder a una necesidad creciente en Norteamérica de hallar materiales resistentes a la corrosión, oxidación y ligeros, que además ofrecieran una resistencia similar al metal, para fabricar artefactos y vehículos con el objetivo de usarlos en la segunda guerra mundial.

Con la introducción de partes de fibra de vidrio en la industria aeronáutica en la década de los 50's, la industria automotriz estadounidense voltea la mirada a las partes de fibra de vidrio con el objetivo de reducir peso en los automóviles y de esta manera ahorrar en el consumo de combustible y así mismo, al realizar el cambio de partes metálicas (principalmente cofre, cajuela, puertas laterales y cubiertas interiores), por partes de fibra de vidrio, no modificar la resistencia de los componentes substituidos.

De esta manera surgen en la década de los 60's, de manera formal las primeras compañías dedicadas a fabricar partes de fibra de vidrio para Chrysler, Ford y General Motors, estas compañías se ubicaron en los estados de Indiana, Ohio y Michigan.

En la actualidad existen plantas para la fabricación de partes de fibra de vidrio en todo el mundo.

En sus inicios la fabricación de partes de fibra de vidrio se realizaba por el sistema de moldeo abierto, se conoce de esta manera a este proceso porque para moldear las partes a producir se iba colocando la fibra de vidrio por capas y se impregnaba de resina de manera manual y finalmente se dejaba curar durante 2 o 3 horas para obtener la pieza a producir.

La desventaja de este método era que el volumen de producción es muy bajo ya que por cada molde se pueden producir de 6 a 10 partes en un día de producción.

A principios de los 70's, surge el método de moldeo cerrado utilizando moldes metálicos colocados en prensas y utilizando resinas que ya tiene impregnada la fibra de vidrio en forma de pequeños filamentos, este método recibe el nombre de "moldeo cerrado" debido a que los moldes se cierran por completo y en un lapso de hasta 3 minutos se obtienen las piezas terminadas.

Con este método se logran volúmenes de producción de hasta 150,000 piezas anuales con un solo molde, suficientes para poder cumplir los requerimientos de la industria automotriz, además este proceso de fabricación se conoce como proceso de **MOLDEO POR TERMO-COMPRESIÓN**.

En el capítulo 1 se explica el desarrollo histórico y concepto del termino SMED, también se da la explicación del método anterior de trabajo (utilizando grandes volúmenes de inventario de producto terminado), se comparan los efectos de la aplicación del SMED al trabajar con lotes pequeños de producción, además de describir la aplicación de la técnica.

En este trabajo, en el capítulo 2 se describe de manera amplia y a detalle el proceso de fabricación de partes de fibra de vidrio por termocompresión, los materiales y herramientas utilizados para el desarrollo de las partes a producir, además de las operaciones relevantes del proceso, desde la recepción de la materia prima, hasta el embarque del producto terminado.

En el capítulo 3 se da un panorama de la problemática de la empresa al no tener capacidad de planta disponible para la captación de nuevos proyectos, se explica también el desarrollo de la aplicación del SMED iniciando con la identificación de operaciones para su posterior conversión.

En el capítulo 4 se presenta el nuevo método de trabajo que substituye al anterior y como se logra la utilización de esta técnica a todas las áreas de trabajo donde se realicen cambios de moldes, se muestra también como se convierten las operaciones de cambio interno en operaciones de cambio externas para que de esta manera se puedan optimizar dichas operaciones (internas), de tal manera que no sean tiempos muertos y se alargue el tiempo de cambio, hasta lograr el objetivo de simplificar y mejorar las operaciones.

Finalmente se exponen las conclusiones que se obtienen al aplicar esta técnica de optimización de recursos técnicos, materiales y humanos, para poder tener la disponibilidad de maquinaria y equipo y de esta forma atraer más proyectos que generen fuentes de empleo.

**PADSA (PLÁSTICOS AUTOMOTRICES DE SAHAGÚN)** inicia sus actividades en el año de 1962, como un taller de lo que fue Diesel Nacional (**DINA**), su propósito fue la fabricación de piezas de fibra de vidrio para el automóvil “**DINALPIN**”. Esta planta se ubicaba en la colonia industrial vallejo en el Distrito Federal.

En 1967, **DINA** decide incorporar en sus camiones partes de plástico reforzado de fibra de vidrio con el objetivo de abatir las importaciones y lograr una mayor integración nacional en sus productos.

Suspendida la fabricación del “**DINALPIN**”, esta planta se dedica a la fabricación de partes para camiones.

Debido al desarrollo de partes de plástico reforzado de fibra de vidrio y al incremento de los volúmenes de producción, esta planta resulta insuficiente, por lo que en 1975 se traslada equipo e instalaciones a una moderna planta ubicada en la ciudad de Fray Bernardino de Sahagun, en el estado de Hidalgo; con una Gerencia Divisional al frente, conformando de esta manera las cuatro divisiones de DIESEL NACIONAL que fueron: **DINA CAMIONES, DINA AUTOBUSES, DINA MOTORES Y PLASTICOS AUTOMOTRICES DINA.**

Esta planta cuenta ya con procesos sofisticados que permiten la utilización de los nuevos plásticos de ingeniería que se encuentran en el mercado, fabricando de esta manera además de las partes para camiones, piezas para la industria ferroviaria y para el sistema colectivo de transporte.

Para 1981 **DIESEL NACIONAL** descentraliza su administración y se constituye como grupo industrial, dividiendo sus plantas por especialidad naciendo de esta manera **PLÁSTICOS AUTOMOTRICES DINA S.A.**, con estructura administrativa y personalidad jurídica propia.

En 1983 **PADSA** adopta la modalidad de capital variable, su administración inicia la introducción de productos en mercados como el de la industria eléctrica y de la construcción, además de seguir trabajando a sus clientes principales: **DINA CAMIONES** y **DINA AUTOBUSES.**

En 1986 **PADSA** logra colocar sus productos en el mercado automotriz internacional, fabricando para **FORD** las defensas del automóvil **MAZDA**, exportando a través de la compañía **CARPLASTIC**.

En el año de 1989 el grupo industrial se privatiza como **GRUPO DINA**.

Para el año de 1994 inicia la sociedad con la compañía norteamericana **BUDD COMPANY** para el desarrollo y obtención del proyecto **JX-27** que son un cofre y una cajuela para **CHRYSLER DE MÉXICO**, dichos componentes se ensamblan en el modelo “**SEBRING**” en la planta de ensamble de Toluca Estado de México.

En 1999 se logra obtener el proyecto **GMT 805** y **GMT 806** para **GENERAL MOTORS MÉXICO**, este proyecto consiste en el moldeo de partes, aplicación de pintura y ensamble final de las puertas traseras para la camioneta “**ESCALADE**” y “**AVALANCHE**”, estos componentes se ensamblan en la planta de **GM** en Silao Guanajuato.

En el 2001 se logra obtener el proyecto **GMT 250** y **GMT 257** para **GENERAL MOTORS MÉXICO**, este proyecto consiste en el moldeo del panel interior que se ensambla en las camionetas “**RANDEVEUX**” y “**AZTEC**” en la planta de **GM** en Ramos Arizpe Coahuila.

En el 2003 se logra obtener el proyecto **GMT 250** y **GMT 257** para **GENERAL MOTORS MÉXICO**, este proyecto consiste en el moldeo y ensamble del panel refuerzo interior que se ensambla en las camionetas “**RANDEVEUX**” y “**AZTEC**” en la planta de **GM** en Ramos Arizpe Coahuila.

En el 2005 se inicia el moldeo de paneles puerta para el cliente **MASONITE**, que es el proveedor líder en Norteamérica en el ramo de puertas prefabricadas ya que tiene el 85% del mercado en Estados Unidos y Canadá, además de tener una planta de ensamble en Monterrey Nuevo León.

Actualmente **PADSA** forma parte del “**GRUPO G**”, y cuenta con tecnología de vanguardia, procesos automatizados e instalaciones seguras y eficientes para hacer frente a las necesidades de sus clientes, cuenta con 10 de prensas de termocompresión de 3000 (2), 1500 (1), 800 (1) , 500 (3) y 150 (3) toneladas, planta de pintura y planta de ensamble final, las cuales utiliza para sus clientes actuales: **GENERAL MOTORS MÉXICO**, **CHRYSLER** y **MASONITE**.

# **CAPÍTULO 1:**

# **APLICACIÓN DEL**

# **SMED**

## 1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Esta técnica es desarrollada por el japonés Shigeo Shingo (S.S.); a continuación se mencionan las actividades más relevantes de este personaje desde su nacimiento hasta la obtención del concepto de la técnica del SMED:

- 1909 Nace en Saga Japón.
- 1930 Se gradúa como Ingeniero Mecánico y trabaja en la planta de Ferrocarriles de Taiwán.
- 1937 Toma la especialidad de Ingeniería Industrial.
- 1955 Trabajando en la planta de Toyota inicia la aplicación de la Ingeniería Industrial.
- 1962 Trabajando para Matsushita Electronics, capacita a 7000 Ingenieros en Ingeniería Industrial.
- 1970 Desarrolla el concepto de producción con “cero defectos”.
- 1977 Consolida el concepto del SMED.
- Desde 1979 inicia a dar conferencias en Alemania, Suiza y Estados Unidos.

En 1950 trabajando para Mazada S.S. llevo a cabo una investigación de mejora de eficiencia. S.S. insistió en realizar una inspección directa para hacer un análisis de producción de una semana de duración, a pesar de la resistencia del jefe de área que pensaba que era una perdida de tiempo.

Al tercer día del análisis se tuvo que hacer un cambio de molde en la prensa, el operador que estaba haciendo el cambio de molde necesitaba un perno y tardo aproximadamente una hora en concluir que no lo iba a encontrar. Para resolver el problema del perno, se lo quito a otro molde y lo corto a la medida. Lógicamente este perno haría falta en el molde al que se lo había quitado.

S.S. concluyo que las operaciones de cambio están compuestas por dos tipos:

### **OPERACIONES DE CAMBIO EXTERNAS:**

Actividades que se pueden realizar con la maquinaria funcionando.

### **OPERACIONES DE CAMBIO INTERNAS:**

Actividades que se pueden realizar con la maquinaria sin funcionar.

En 1957 realiza un estudio en los astilleros de Hiroshima, después de realizar un análisis de la producción, se da cuenta de que el proceso de marcar el centro y dimensionar la base de la maquina de un rectificador, se realizaba en la misma base del rectificador y piensa:

“¿Por que no tener una segunda base para hacer el cambio por separado?”, de esta manera se podrían cambiar las bases al pasar de un lote a otro reduciendo el tiempo de cambio.

En la segunda visita que realizo observo que el tiempo de cambio se había reducido un 40 %.

En 1969 en la planta de Toyota observo que un cambio de molde en una prensa de 1000 toneladas se realizaba en 4 horas, mientras que en la planta de Volkswagen en Alemania estaban haciendo cambios de molde en menos de 2 horas.

Después de 6 meses de trabajo lograron disminuir el tiempo de cambio a menos de 90 minutos como consecuencia de la aplicación del SMED.

## **1.2 DEFINICIÓN DE SMED**

Se conoce como SMED (Single Minute Exchange of Dials), a la técnica para realizar cambios rápidos de herramientas (troqueles, punzones, moldes, etc.), eliminando las actividades que retrasan el cambio al ejecutarlas mientras la maquinaria o equipo están en operación.

## **1.3 MÉTODO ANTERIOR DE TRABAJO**

Generalmente se pensaba que una producción diversificada y en volúmenes pequeños, siempre tenían influencia negativa en la productividad de la compañía. Esto se basaba en que el tiempo de preparación de cambios de herramientas es variable y para optimizar el tiempo de operación de la maquinaria se fabrican grandes lotes de producción.

Cuando se diversifica la producción, se disminuye inevitablemente la cantidad producida de cada modelo ya que para lograr una producción diversificada se requiere un mayor número de cambios de herramientas.

Al producir en grandes lotes se tienen las siguientes ventajas:

- El tiempo de operación por unidad disminuye entre mas grande sea el lote.
- Al generar inventarios se tiene una carga de trabajo nivelada.
- El inventario sirve de “colchón” amortiguando problemas cuando aparecen defectos o cuando la maquinaria se descompone.
- El inventario puede ser utilizado para responder rápidamente ante pedidos urgentes.

Al producir en grandes lotes se tienen las siguientes desventajas:

- Almacenar inventarios requiere invertir en equipo para contención (contenedores metálicos, tarimas, cajas, etc.), lo cual incrementa los costos que generalmente no son pagados por los clientes.
- El transporte y almacenamiento del inventario además de ocupar espacio físico, requerirá horas hombre, energéticos, combustible, etc.; para su manejo.
- El inventario corre el riesgo de volverse obsoleto y para poder ser vendido, este deberá ser a menor precio o en definitiva se desecha.
- La calidad de los inventarios se deteriora a lo largo del tiempo, por ejemplo la oxidación en partes metálicas nos llevara a realizar un retrabajo además de una reinspección antes de vender o utilizar las piezas.

- Se puede concluir que la producción en grandes lotes abarata los costos asociados con los tiempos largos de cambios de herramientas, pero incrementa los costos al generar inventarios.

## **1.4 EFECTOS DE LA APLICACIÓN DEL SMED**

Como se puede observar, la técnica de la aplicación del SMED, tiene como principal objetivo realizar actividades mientras la maquinaria o equipo están trabajando para eliminar aquellas actividades (buscar, traer, conseguir, ajustar, etc.), que alargaran el tiempo de cambio de herramientas.

Algunos de los efectos benéficos que se obtienen al dominar y aplicar esta técnica son:

- Incremento en la rotación de inversión de capital.
- Uso eficiente del espacio de la planta.
- Eliminación del riesgo de obsolescencia.
- Es posible la producción diversificada.
- Reducción de costos por manejos de inventarios.
- Mejora en la calidad de los productos.
- Se simplifica el manejo y administración de las herramientas y accesorios de piso.

## **1.5 TÉCNICA PARA APLICACIÓN DEL SMED**

A continuación se mencionan las etapas para la aplicación del SMED, es importante recalcar que esta es una técnica que se aplica principalmente para realizar cambios rápidos en la industria, pero al analizarla podemos observar que el SMED se puede aplicar en una gran variedad de eventos cotidianos.

### **ETAPA 1: REVISAR EL MÉTODO ACTUAL DE TRABAJO**

Consiste en definir cual es el cambio de herramienta que toma mayor tiempo, se tiene que realizar una lista de actividades paso a paso del proceso actual con los tiempos que toma cada operación y finalmente el tiempo total del cambio de molde, de esta forma se podrá ir evaluando si en verdad se están reduciendo los tiempos actuales, además de que observaremos al final cual será el proceso resultante.

### **ETAPA 2: IDENTIFICACIÓN DE OPERACIONES**

Teniendo la lista de actividades y los tiempos de ejecución de estas, identificar a cada actividad actual como:

OPERACIONES DE CAMBIO EXTERNAS (E).

OPERACIONES DE CAMBIO INTERNAS (I).

### **ETAPA 3: CONVERSIÓN DE OPERACIONES**

Revisando la tabla de actividades ya identificadas y con el apoyo de un equipo multidisciplinario (formado por las áreas de Producción, Mantenimiento, Manufactura, Compras, Almacén, Calidad e Ingeniería), apoyados por la alta dirección de la compañía; se va a determinar COMO convertir las operaciones de cambio internas a externas.

Esta etapa es crítica porque se partirá de realizar los cambios utilizando los recursos actuales que se tengan en la empresa, y cuando estos no existan será necesario realizar inversiones para la adquisición de materiales y equipos para la conversión de actividades.

Se estima que el tiempo promedio para tener por listos los materiales y equipos para iniciar la etapa de conversión sea de 2 a 4 semanas.

### **ETAPA 4: SIMPLIFICACIÓN Y MEJORA DE OPERACIONES**

Concluida la etapa anterior, ahora viene el poner en práctica lo planeado.

Retomando la tabla de actividades, hay que iniciar la fase de entrenamiento con el personal que realizara los cambios de herramientas, revisando las actividades en una aula para indicar la nueva forma de realizar el cambio. Una vez que se ha comprendido teóricamente el nuevo procedimiento, se procederá a ejecutarlo en piso las veces que sea necesario hasta perfeccionar el método.

En nuestra tabla de actividades se deberán actualizar los tiempos anotando CERO en aquellas actividades que se cambiaron de internas a externas, y obtener los nuevos tiempos para realizar la comparación en el método actual contra el nuevo método de trabajo.

Es necesaria la participación de tiempo completo de las áreas que directamente estarán involucradas con el resultado final en el cambio rápido de herramientas, estas áreas son: Producción, Manufactura, Mantenimiento y Calidad.

Se estima que el tiempo necesario para perfeccionar el nuevo método de trabajo sea de 4 a 8 semanas.

#### **Referencias**

Shingo Shigeo., (2003) “**MANUAL DE HERRAMIENTAS DE CLASE MUNDIAL**” ISS Consultores, México, Capitulo 3, Pág. 1-13

# **CAPÍTULO 2:**

## **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TERMOCOMPRESIÓN**

## **2.1 DEFINICIÓN DEL PROCESO DE TERMOCOMPRESIÓN**

Este proceso se define de esta manera debido a que se moldean partes de fibra de vidrio utilizando moldes metálicos (de acero o aluminio), calentados por sistemas de vapor o aceite y colocados en prensas que aplicaran el tonelaje requerido para la formación de partes a fabricar.

## **2.2 MATERIALES**

El principal componente se importa de USA y se denomina SMC (Sheet Molding Compound por sus siglas en ingles), que es un compuesto moldeable en hoja y esta formulado con resinas y aditivos que ayudaran al proceso de moldeo y proporcionaran las propiedades físico-mecánicas para el uso a que sea destinada la parte a producir, adicionalmente el compuesto contiene filamentos de fibra de vidrio que reforzaran estructuralmente la parte a producir.

Existe un a gran variedad de SMC que dependiendo de los requerimientos específicos de los clientes serán formulados por los proveedores.

## **2.3 MAQUINARIA Y EQUIPO**

Para el proceso de moldeo de partes por termo compresión, son utilizados dos tipos de equipos:

- **PRIMARIOS:**

Son los elementos primordiales para el proceso, ya que sin ellos no se podrán fabricar partes, estos son la prensa y el molde.

- **SECUNDARIOS:**

Son los equipos que se utilizaran para las operaciones siguientes, una vez que se ha moldeado la pieza; generalmente estos equipos son montaduras para ejecutar la operación de forma manual o con la ayuda de herramienta neumática (lijadoras, taladros, pulidores, etc.), o en otras ocasiones y para disminuir el tiempo de la operación se utilizan montaduras automáticas o semiautomáticas. Algunas operaciones secundarias son:

- Corte de SMC.
- Desmoldeo.
- Enfriamiento.
- Rebabado.
- Barrenado.
- Troquelado.
- Corte.
- Ensamble.

## **2.4 MÉTODO DE TRABAJO**

El método de trabajo para la fabricación de partes por termo compresión se realiza de la siguiente forma<sup>a</sup>:

### **2.4.1 RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA**

El área de Almacén de Materia Prima a través de un montacarguista descargara el medio de transporte (generalmente trailers con caja refrigerada), que entrega el SMC (generalmente en cajas); se reciben los documentos que amparan la carga y se verifica que el contenido entregado coincida con la factura, cumpliendo estos requerimientos se recibe formalmente la materia prima.

### **2.4.2 INSPECCIÓN Y PRUEBA**

El área de control de calidad a través del laboratorio realizara las pruebas especificadas por el área de ingeniería del producto del cliente, para aprobar o rechazar al SMC, algunas de las pruebas a realizar son:

- Flujo en espiral.
- Absorción de agua.
- Resistencia Mecánica
- Contenido de Fibra

### **2.4.3 ALMACENAJE DEL SMC**

Si el SMC es aprobado, el montacarguista del almacén, colocara al SMC en la zona especificada para materiales aprobados, la cual deberá estar aclimatada y ventilada para evitar que el SMC sufra alteraciones en sus propiedades (resequedad, humedad, etc.). Si el SMC es rechazado, nuevamente el montacarguista del almacén, colocara el material en el área de cuarentena para evitar que sea utilizado.

### **2.4.4 SURTIMIENTO DEL SMC**

Respetando el sistema PEPS para evitar obsolescencias o caducidad del SMC, el área de Almacén de Materia Prima, surtirá al área de trabajo el material especificado para el moldeo de partes, colocando las cajas en el carro para facilitar su manejo.

### **2.4.5 MOLDEO**

El moldeo consiste de las operaciones siguientes:

---

<sup>a</sup> Ver diagrama de flujo en el anexo 1.

- **CORTE DE SMC:**

El moldeador cortara el SMC de acuerdo a la forma especificada por el área de ingeniería de manufactura (para que dicho corte sea estandarizado), para facilitar el corte la mesa de corte estará ranurada y de esta manera se obtiene la carga patrón.

- **PESO Y RASTREABILIDAD:**

Una vez formada la carga patrón el moldeador verificara el peso de la carga sobre una bascula digital, si es necesario ajustara el peso de acuerdo a las especificaciones de ingeniería, anotando el resultado en un formato y finalmente le colocara una etiqueta con numero consecutivo. En dicho formato<sup>b</sup> también anotara los datos de la caja de SMC, cada vez que se inicie el moldeo con una caja nueva, los datos que anotara son:

- Fecha de elaboración y caducidad.
- Numero de pieza inicial.
- Numero de pieza final.
- Numero de serie de la caja de SMC.
- Peso del contenido de la caja de SMC.

- **COLOCACIÓN DE CARGA PATRÓN:**

El moldeador toma la carga patrón y la coloca sobre el molde, la posición será de acuerdo al área de manufactura para estandarizar la operación, colocada la carga patrón en el molde, se dirige al pedestal y oprime los botones que harán bajar la prensa (ver figura 1), la cual estará programada con los parámetros establecidos por el área de manufactura:

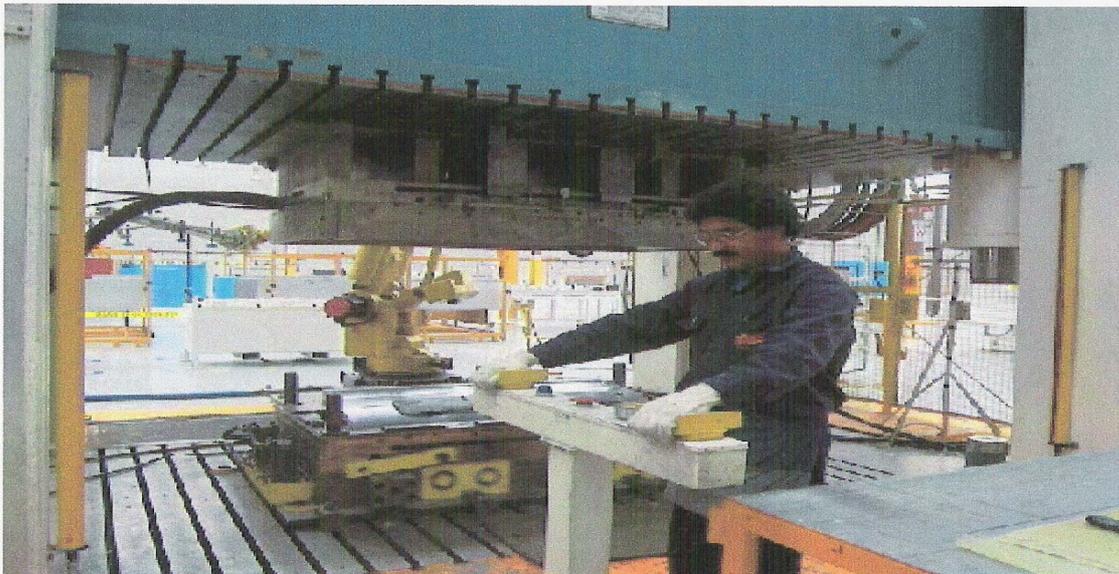


Figura 1

---

<sup>b</sup> Ver formato en anexo 2

- **VELOCIDAD DE CIERRE:**

Tiempo que tarda en cerrar la prensa hasta que inicia el tiempo de curado.

- **TIEMPO DE CURADO:**

Tiempo estimado para la formación de la pieza.

- **TONELAJE:**

Peso que se aplicara para el formado de la pieza y que es determinado por el proveedor del material.

- **VELOCIDAD DE APERTURA:**

Tiempo que tarda en abrir la prensa desde que finaliza el tiempo de curado hasta que alcanza la altura máxima.

- **TIEMPO CICLO:**

Es el tiempo total de estas operaciones más el tiempo de colocación de carga patrón.

## **2.4.6 DESMOLDEO**

Es la operación de retirar la pieza formada del molde, esta operación puede ser manual o automatizada utilizando robot para tal fin, la pieza será colocada sobre la montadura de enfriamiento (figura 2).



Figura 2.

## 2.4.7 ENFRIAMIENTO

Es la operación que consiste en enfriar la parte para que pueda ser manipulable y evitar deformaciones y/o fracturas, las montaduras de enfriamiento emplean aire mediante ventiladores, gas o agua como medios para enfriar la pieza (figura 3).



Figura 3

## 2.4.8 REBABADO

Es la operación de eliminar los filos cortantes de los contornos de la pieza hasta dejarla libre de rebaba, la montadura para esta operación dependiendo la complejidad de la pieza podrá ser fija o giratoria y será utilizada lija áspera ( $^{\circ}60$ ,  $^{\circ}80$ ,  $^{\circ}100$ ), para eliminar por completo la rebaba. Esta operación puede ser realizada de manera manual o mediante herramienta neumática (figura 4).



Figura 4.

## 2.4.9 BARRENADO

Esta operación consiste en colocar la pieza una vez que ha sido rebabada, sobre una montadura neumática con taladros colocados de acuerdo a las especificaciones de ingeniería del cliente (figura 5), para que la operación sea realizada hasta en máximo 90 segundos. El máximo de taladros que pueden ser colocados en la montadura serán 18 y el diámetro, máximo será de 1”.

Si la pieza requiere una cantidad mayor de barrenos, serán necesarias una segunda o tercera fase de barrenado, el material más recomendado para el barrenado de partes de fibra de vidrio es el carburo de tungsteno.



Figura 5.

## 2.4.10 TROQUELADO

Esta operación realizara cortes cuadrados, ovales, rectangulares o barrenos con diámetro mayor a 1”, que deben ser realizados colocando a la pieza en forma horizontal para que los punzones del troquel realicen el corte de manera vertical (figura 6).



Figura 6

### **2.4.11 CORTE**

Esta operación realizara cortes con formas cuadradas, ovals, rectangulares o barrenos con diámetros mayores a 1", que deben ser realizados colocando a la pieza en forma horizontal, pero con la diferencia de que dichas formas serán realizadas en zonas de difícil acceso para el troquel, por tal razón para esta operación se utiliza el sistema de corte WATER JET, el cual utiliza una función de 2500 bar de presión y tiene una velocidad de corte de 100 mm/seg.

### **2.4.12 ENSAMBLE**

Operación que consiste en colocar componentes a la parte de SMC, los componentes que mas frecuentemente son ensamblados son:

- Tornillos.
- Tuercas.
- Remaches.
- Arneses eléctricos.
- Logos y emblemas.
- Alfombra.

Las fases necesarias para la operación de ensamble, serán determinadas de acuerdo a la cantidad de componentes a ensamblar.

### **2.4.13 INSPECCIÓN FINAL**

El área de control de calidad realizara la inspección final al producto terminado, de forma muestral o al 100 % de la producción, basándose en los criterios de aceptación por atributos, análisis dimensionales y/o mediante la realización de pruebas funcionales especificadas por el cliente. Para tal fin será necesario que las piezas sean colocadas sobre montaduras dimensionadas y aprobadas por el área de ingeniería y calidad del cliente.

### **2.4.14 EMPAQUE**

Consiste en empaclar las piezas aprobadas por el área de control de calidad, de acuerdo al procedimiento de empaque e identificación, indicado por el cliente. El empaque puede ser retornable (contenedores metálicos generalmente) o desechable (tarimas de madera, cajas de cartón, bolsas de hule, etc.).

### **2.4.15 ALMACENAJE**

Es la operación de colocar en un lugar establecido de acuerdo al lay out<sup>c</sup> de planta, el producto terminado, aprobado y empaclado; con la finalidad de que el producto no sufra daños por manejo ni deterioro por exposición al medio ambiente.

---

<sup>c</sup> Ver lay out de planta en anexo 3

## **2.4.16 EMBARQUE**

Consiste en surtir el pedido solicitado por el cliente, existen dos métodos de embarque:

### **LIBRE A BORDO EN PLANTA DEL CLIENTE:**

Consiste en embarcar el producto terminado a la planta del cliente, pero el responsable de las condiciones del producto a la llegada a la planta del cliente es el PROVEEDOR, ya que también esta cobrando el flete en el precio de venta.

### **LIBRE A BORDO EN PLANTA DEL PROVEEDOR:**

Consiste en embarcar el producto terminado a la planta del cliente, pero el responsable de las condiciones del producto a la llegada a la planta del cliente es el CLIENTE, ya que no se cobra el flete en el precio de venta.

En conclusión, el proceso de moldeo de partes de fibra de vidrio por el método de termocompresión, esta diseñado de tal forma que alcanza volúmenes de producción altos (de 20,000 a 150,000 piezas anuales), para de esta manera cumplir los requerimientos principalmente de la industria automotriz en México y Estados Unidos.

Por tal razón, como se podrá apreciar en este capítulo, las operaciones secundarias son automatizadas (las operaciones de troquelado, barrenado, corte, etc.), ya que para alcanzar los volúmenes requeridos, es necesario diseñar procesos de manufactura esbeltos para producir hasta 40 piezas por hora durante 3 tunos de producción, sin defectos que pudieran demeritar la calidad del producto en la planta de los clientes.

La técnica del SMED como se describe en los capítulos siguientes, será una herramienta poderosa para lograr satisfacer los volúmenes requeridos, además se auxiliara de técnicas que favorecerán a mejorar el sistema de trabajo para que este sea realizado en un ambiente de orden y limpieza que de entrada ofrece una excelente imagen ante clientes y proveedores.

# **CAPÍTULO 3:**

## **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

### 3.1 MÉTODO ACTUAL DE TRABAJO

En la actualidad garantizar la supervivencia de una compañía es instruir a un equipo de personas para que pueda montar y operar un sistema para que sea capaz de proyectar un proceso que conquiste la preferencia del consumidor (cliente), con un costo inferior al de su competidor y que además tenga la posibilidad de producir productos diversificados.

Por esta razón en **PADSA** se aplica la técnica del **SMED** como una herramienta para reducir el tiempo de cambio de moldes y con esto poder satisfacer el volumen de producción requerido por los clientes actuales: **GENERAL MOTORS MEXICO, CHRYSLER Y MASONITE**.

El proceso actual de trabajo es el siguiente:

- Se establece contacto con los clientes potenciales a través del área de ventas, esto se hace con la finalidad de poder obtener negocio (si se trata de clientes nuevos) o de obtener más negocios (si se trata de clientes actuales, mediante una cotización).
- Para ser considerado como un posible proveedor es necesario cumplir o incluso rebasar las expectativas de los clientes, estar certificado en QS o ISO 9000, ofrecer un proceso de manufactura esbelto que garantizara la calidad del producto, utilizar la menor cantidad de mano de obra directa e indirecta, desarrollar materiales que cumplan los requerimientos del cliente y que se garantizara satisfacer el volumen contratado por el cliente.
- El área de Ventas de la compañía y el área de Compras del cliente establecerán el precio, las cantidades máximas y mínimas de partes a producir así como la duración del proyecto, el tipo de embarque, el equipo de contención, los diseños de ingeniería, los criterios de aceptación y normas de calidad para el producto final, las normas para las pruebas de laboratorio necesarias a realizar en la materia prima, etc.
- Esto se pone por escrito en el contrato de compra-venta para conocer la cantidad máxima a producir y plasmarlo en la capacidad de planta para considerar la prensa donde se moldearan las partes a producir, el tiempo de utilización que será empleado para producir el volumen requerido y determinar la cantidad de moldes necesarios.
- Una vez obtenido el proyecto, el área de Compras y Control de Producción del Cliente, enviaran mediante sistema electrónico la orden de compra al área de Ventas de la compañía en la que especificaran la cantidad que el cliente requiere para dos semanas de producción en firme y seis semanas de producción proyectada (esto aplica para el cliente **General Motors**, para **Chrysler** es una semana en firme y 3 de producción proyectada, y para **Masonite** los programas de producción cambian cada semana).

- El área de Control de Producción de la compañía con los datos obtenidos de la orden de compra del Cliente, establecerá el programa de producción <sup>4</sup>semanal, este programa lo emite para las áreas de Manufactura, Almacén, Compras, Mantenimiento, Producción y Aseguramiento de Calidad.
- El área de Manufactura revisara el programa de producción de la siguiente semana para determinar la cantidad de mano de obra directa necesaria para cumplir el volumen de producción, al realizar los cálculos se definirá si se puede cumplir el requerimiento con la cantidad actual de personal, si determina que hará falta, realizara el requerimiento de personal al área de Recursos Humanos para que esta área gestione la contratación del personal necesario o finalmente si se determina que sobrara gente, solicitara al área de producción la cantidad necesaria de obreros para dar de baja temporalmente hasta que se incremente el volumen de producción.
- Cabe mencionar que en **PADSA** todo el personal obrero es eventual y por lo tanto la plantilla de producción es flexible a las variaciones de los requerimientos de los clientes, aunque existen operaciones que por su nivel de complejidad no permiten que el personal que las ejecuta sea dado de baja (operadores de prensa) y solo se da de baja al personal que realiza operaciones relativamente fáciles (rebanadores, barrenadores, etc.).
- El Almacén realizara el requerimiento de materia prima y material auxiliar necesarios para cumplir el programa de producción de la siguiente semana, este requerimiento lo manda al área de Compras para que emita la orden de compra a los proveedores autorizados, además de que da el seguimiento para que los materiales lleguen a tiempo para realizar las inspecciones y pruebas especificadas por el Laboratorio de Aseguramiento de Calidad.
- El área de Mantenimiento analizara el programa de producción para conocer la cantidad de cambios de moldes que se realizaran en la siguiente semana, el turno en el que su personal deberá realizar los cambios programados y la aplicación del programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo.
- El área de Producción revisara el programa para conocer las cantidades a producir en la siguiente semana.
- Aseguramiento de Calidad revisara el programa de producción para conocer que se va a producir y de esta manera el producto terminado que deberá ser aprobado.
- El área de Laboratorio de Aseguramiento de Calidad analizara el programa de producción para conocer que materia prima arribará y realizar las pruebas especificadas para su aprobación o rechazo a tiempo, para que la materia prima aprobada sea enviada al almacén y de ahí se surta a la línea de producción.

---

<sup>4</sup> Ver programa de producción en anexo 4

## **3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

De acuerdo a lo explicado en el punto 3.1, se puede notar que el problema de la empresa es no tener la capacidad de planta disponible para cumplir el programa de producción solicitado por los clientes.

Al observar la capacidad de planta proyectada para el presente año<sup>5</sup>, se puede notar que las prensas de mayor tonelaje están completamente ocupadas, ¿Qué pasaría si llega un nuevo proyecto para estas prensas? ¿Qué pasaría si se descompone alguna prensa o se daña algún molde?

Dentro del porcentaje de utilización se tiene considerado 16 horas para el cambio de moldes (en las prensas donde hay 2 moldes), y 8 horas (en las prensas donde hay un molde), los cambios se realizan en las prensas de mayor capacidad (1500 y 3000 toneladas), de acuerdo al programa de producción semanal es necesario realizar 2 cambios de moldes a la semana, por lo que se pierden 24 horas de producción en total por efectuar dichos cambios.

Actualmente para atacar los tiempos de cambio de molde, se esta programando una cantidad extra de partes (inventario excedente), que esta ocupando espacio físico en la compañía, además se esta tomando el riesgo de que estas partes si no son solicitadas por los clientes se pueden llegar a dañarse u obsoletarse.

Se esta trabajando en 3 turnos de 8 horas de lunes a domingo para generar este inventario y esto no permite al área de mantenimiento realizar el programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo, lo que esta originando tiempos muertos por los paros, ya que al no realizar mantenimiento preventivo, este se convierte en correctivo.

El objetivo es claro, para lograr la supervivencia de la compañía se tienen que alcanzar los objetivos siguientes:

- Disminuir el tiempo de cambio de moldes para tener disponibilidad y atraer nuevos negocios.
- Incrementar el volumen de ventas.
- Eliminar los inventarios de producto excedente.
- Eliminar el tiempo extra para generar el inventario excedente.
- Liberar la maquinaria y equipo para que le sea proporcionado mantenimiento preventivo.
- Reducir los tiempos muertos por paros.

## **3.3 APLICACIÓN DEL SMED AL CAMBIO DE MOLDES**

Una vez que la alta dirección de la compañía ha identificado que es necesario reducir los tiempos de cambio de moldes para poder ser competitivos y habiendo capacitado a un equipo multidisciplinario en la técnica del SMED, es imperativo poner en practica su aplicación para mejorar las condiciones actuales de trabajo.

---

<sup>5</sup> Ver capacidad de planta 2006 en anexo 5

## ETAPA 1: REVISIÓN DEL MÉTODO ACTUAL

Analizando con el área de Mantenimiento los tiempos de cambios de molde, se decide aplicar el SMED cuando se toma el mayor tiempo para el cambio, es decir cuando se tiene que realizar el cambio de 2 moldes en una prensa y que actualmente se lleva 16 horas:

**Tabla 1: Actividades y tiempos actuales del cambio de moldes.**

No.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIEMPO
1	ESCOBRAR ÁREA DE TRABAJO	10
2	DESCONECTAR SISTEMA DE VAPOR	30
3	DESCONECTAR SISTEMA HIDRÁULICO	30
4	DESCONECTAR SISTEMA DE VACÍO	15
5	CERRAR PRENSA	5
6	ATORNILLAR MOLDE(S)	10
7	DESTORNILLAR PARTE INFERIOR DEL MOLDE(S)	20
8	ABRIR PRENSA	5
9	INTRODUCIR CARRO PARA SACAR 1er MOLDE	15
10	BAJAR PRENSA PARA COLOCAR MOLDE EN CARRO	5
11	DESTORNILLAR PARTE SUPERIOR DEL MOLDE	15
12	SACAR CARRO CON MOLDE DE PRENSA	10
13	TRASLADAR CARRO A ZONA DE MOLDES	15
14	BAJAR MOLDE CON GRÚA	20
15	REGRESAR CARRO A PRENSA	10
16	INTRODUCIR CARRO PARA SACAR 2do MOLDE	15
17	BAJAR PRENSA PARA COLOCAR 2do MOLDE EN CARRO	5
18	DESTORNILLAR PARTE SUPERIOR DEL 2do MOLDE	15
19	SACAR CARRO CON MOLDE DE PRENSA	10
20	TRASLADAR CARRO A ZONA DE MOLDES	15
21	BAJAR MOLDE CON GRÚA	20
22	TOMAR CON GRÚA EL 1er MOLDE A CAMBIAR Y COLOCAR EN CARRO	25
23	REGRESAR CARRO A PRENSA CON 1er MOLDE	10
24	COLOCAR 1er MOLDE EN POSICIÓN	20
25	ATORNILLAR PARTE SUPERIOR DE 1er MOLDE	15
26	SACAR CARRO DE PRENSA	10
27	TRASLADAR CARRO A ZONA DE MOLDES	15
28	TOMAR CON GRÚA EL 2do MOLDE A CAMBIAR Y COLOCAR EN CARRO	25
29	REGRESAR CARRO A PRENSA CON 2do MOLDE	10
30	COLOCAR 2do MOLDE EN POSICIÓN	20
31	ATORNILLAR PARTE SUPERIOR DEL 2do MOLDE	15
32	SACAR CARRO DE PRENSA	10
33	BAJAR PRENSA	5
34	ATORNILLAR PARTE INFERIOR DEL MOLDE(S)	20
35	DESTORNILLAR MOLDES PARA SUBIR PRENSA	10
36	CONECTAR SISTEMA DE VAPOR	30
37	CONECTAR SISTEMA HIDRÁULICO	30
38	CONECTAR SISTEMA DE VACÍO	15
39	CALENTAR MOLDES A LA TEMPERATURA ESPECIFICADA	120
40	AJUSTAR PARÁMETROS DE OPERACIÓN EN PRENSA	15
41	ESCOBRAR ÁREA DE TRABAJO	10
42	REALIZAR 4 CICLOS DE PRUEBA	60
43	VERIFICAR LAS PRIMERAS PIEZAS PRODUCIDAS AL 100%	60
44	SI EL RESULTADO ES SATISFACTORIO INICIAR PRODUCCIÓN	
45	SI LAS PIEZAS PRESENTAN DIFERENCIAS AJUSTAR PARÁMETROS.	115
TOTAL (minutos/Hs)		<b>960/16</b>

## ETAPA 2: IDENTIFICACIÓN DE OPERACIONES

Al realizar la identificación, la tabla queda de la siguiente manera:

**Tabla 2: Identificación de operaciones como de cambio interno o externo.**

No.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIEMPO	ACTIVIDAD
1	ESCOBRAR ÁREA DE TRABAJO	10	I
2	DESCONECTAR SISTEMA DE VAPOR	30	I
3	DESCONECTAR SISTEMA HIDRÁULICO	30	I
4	DESCONECTAR SISTEMA DE VACÍO	15	I
5	CERRAR PRENSA	5	I
6	ATORNILLAR MOLDE(S)	10	I
7	DESTORNILLAR PARTE INFERIOR DEL MOLDE(S)	20	I
8	ABRIR PRENSA	5	I
9	INTRODUCIR CARRO PARA SACAR 1er MOLDE	15	I
10	BAJAR PRENSA PARA COLOCAR MOLDE EN CARRO	5	I
11	DESTORNILLAR PARTE SUPERIOR DEL MOLDE	15	I
12	SACAR CARRO CON MOLDE DE PRENSA	10	I
13	TRASLADAR CARRO A ZONA DE MOLDES	15	I
14	BAJAR MOLDE CON GRÚA	20	I
15	REGRESAR CARRO A PRENSA	10	I
16	INTRODUCIR CARRO PARA SACAR 2do MOLDE	15	I
17	BAJAR PRENSA PARA COLOCAR 2do MOLDE EN CARRO	5	I
18	DESTORNILLAR PARTE SUPERIOR DEL 2do MOLDE	15	I
19	SACAR CARRO CON MOLDE DE PRENSA	10	I
20	TRASLADAR CARRO A ZONA DE MOLDES	15	I
21	BAJAR MOLDE CON GRÚA	20	I
22	TOMAR CON GRÚA EL 1er MOLDE A CAMBIAR Y COLOCAR EN CARRO	25	I
23	REGRESAR CARRO A PRENSA CON 1er MOLDE	10	I
24	COLOCAR 1er MOLDE EN POSICIÓN	20	I
25	ATORNILLAR PARTE SUPERIOR DE 1er MOLDE	15	I
26	SACAR CARRO DE PRENSA	10	I
27	TRASLADAR CARRO A ZONA DE MOLDES	15	I
28	TOMAR CON GRÚA EL 2do MOLDE A CAMBIAR Y COLOCAR EN CARRO	25	I
29	REGRESAR CARRO A PRENSA CON 2do MOLDE	10	I
30	COLOCAR 2do MOLDE EN POSICIÓN	20	I
31	ATORNILLAR PARTE SUPERIOR DEL 2do MOLDE	15	I
32	SACAR CARRO DE PRENSA	10	I
33	BAJAR PRENSA	5	I
34	ATORNILLAR PARTE INFERIOR DEL MOLDE(S)	20	I
35	DESTORNILLAR MOLDES PARA SUBIR PRENSA	10	I
36	CONECTAR SISTEMA DE VAPOR	30	I
37	CONECTAR SISTEMA HIDRÁULICO	30	I
38	CONECTAR SISTEMA DE VACÍO	15	I
39	CALENTAR MOLDES A LA TEMPERATURA ESPECIFICADA	120	I
40	AJUSTAR PARÁMETROS DE OPERACIÓN EN PRENSA	15	I
41	ESCOBRAR ÁREA DE TRABAJO	10	I
42	REALIZAR 4 CICLOS DE PRUEBA	60	I
43	VERIFICAR LAS PRIMERAS PIEZAS PRODUCIDAS AL 100%	60	I
44	SI EL RESULTADO ES SATISFACTORIO INICIAR PRODUCCIÓN		I
45	SI LAS PIEZAS PRESENTAN DIFERENCIAS AJUSTAR PARÁMETROS.	115	I
TOTAL (minutos/horas)		<b>960/16.0</b>	

# **CAPÍTULO 4:**

# **SOLUCIÓN DEL**

# **PROBLEMA**

## 4.1 IDENTIFICACIÓN DE OPERACIONES

Como se puede apreciar en la tabla de la etapa 2 del capítulo 3, todas las operaciones se han identificado como **OPERACIONES DE CAMBIO INTERNAS (I)**, debido a que actualmente se realizan cuando la prensa se ha detenido por completo para poder iniciar el cambio de moldes.

Para poder reducir el tiempo de cambio mediante la técnica del **SMED**, es necesario generar una cultura de economía, orden, limpieza, disciplina y compromiso dentro de la empresa, ya que estos son factores fundamentales para la reducción de los tiempos de cambio, es decir, de una manera ordenada y disciplinada se lograra obtener la mejora que se desea en el lugar de trabajo.

Es conveniente también conocer otras dos técnicas que lo van a complementar al **SMED** para su correcta aplicación, estas técnicas son **3μ** y **5'S**.

### 4.1.1 TÉCNICA 3μ

Esta es una técnica japonesa y se define como la eliminación en los procesos de fabricación de excesos (Muri), de desperdicios (Muda) y de variabilidad (Mura).

#### MURI

Sin exceso significa la eliminación en nuestro sistema de trabajo de todo lo que no es necesario para agregar valor, algunos ejemplos son:

- Mano de obra.
- Tiempo.
- Herramientas.
- Materiales.
- Inventarios.

#### MUDA

Desperdicio son todas aquellas actividades ejecutadas que no se traducen en una mejora tangible, es decir, que no agregan valor en los atributos del producto a los ojos de los clientes y que, por el contrario contribuyen al incremento innecesario en costos.

Algunos ejemplos de desperdicio son:

1. Desperdicio de sobreproducción:
  - Producir más de lo requerido por el cliente.
  - Producir “por si acaso”.
  - Producir “para estar seguros”.

2. Desperdicio de inventario:

- En proceso.
- De materia prima, materiales, partes, refacciones.
- De producto terminado.

3. Desperdicio de transporte:

- Los clientes no pagan por el movimiento de sus productos.
- Todos los cambios de lugar de materiales, partes o productos en proceso.

4. Desperdicio por producción de partes defectuosas:

- Producto rechazado
- Producto devuelto por el cliente.
- Producto que requiere retrabajo para ser vendido.
- Producto de menor precio por no cumplir las especificaciones del cliente.

5. Desperdicio de movimiento:

- Se produce cuando el operador tiene que buscar materiales, traer cosas, ajustar partes, etc.

6. Desperdicio de tiempo:

- Retrasos de producción por paros en maquinaria y equipos.
- Tiempo de cambio de herramientas.
- Lentitud en operaciones consideradas “cuello de botella”.

## **MURA**

Todos los procesos tienen variación y deben ser controlados, los límites de control de un proceso se deben ir cerrando conforme se van encontrando las causas de los problemas para eliminarlos, existen dos causas principales que originan variación:

- **CAUSAS COMUNES:**

Son causas de variaciones naturales, esperadas y siempre se encuentran presentes en el proceso.

- **CAUSAS ESPECIALES:**

No forman parte natural del sistema.

- **BENEFICIOS:**

La aplicación de los conceptos de la técnica “3μ”, ayudará al **SMED** a:

- Eliminar todas las actividades que no agregan valor al cambio de moldes.
- Optimizar aquellas actividades que no agregan valor pero son necesarias realizar.
- Reducir la variación de procesos mediante la estandarización de estos.

## 4.1.2 TÉCNICA DE 5'S

Esta es otra técnica japonesa que traducida al español significa:

- **SEIRI:** Clasificar y mantener solo lo necesario para mi trabajo.
- **SEITON:** Organizar lo que es necesario en mi área de trabajo.
- **SEISO:** Limpiar lo que me sirve y alrededor de el.
- **SHITSUKE:** Mantener estandarizado y disciplinado lo que me sirve.
- **SHUKAN:** Compromiso de hacer lo anterior en todas mis actividades.

- **CLASIFICAR**

El objetivo de la clasificación es distinguir entre lo necesario e innecesario y eliminar TODO LO NO NECESARIO, ejemplo de esto es la eliminación de inventarios o la eliminación de actividades u operaciones que no agregan valor, también en esta etapa puede surgir el problema de que algunas cosas se utilizan en todo momento, otras se utilizan esporádicamente, algunas casi nunca y otras definitivamente nunca se utilizan.

Para determinar la clasificación de artículos, herramientas, dispositivos, etc., de acuerdo al uso que estas tengan o la periodicidad con las que se ejecuten, se establece la siguiente tabla de frecuencias:

1. Artículos sin uso: Deshacerse de ellos.
2. Artículos casi nunca usados: Guardar en lugar distante.
3. Artículos usados alguna vez: Acomodarlos cerca del área de trabajo.
4. Artículos usados en todo momento: Tenerlos en el área de trabajo.

- **ORGANIZAR**

El objetivo es determinar un lugar para cada cosa y cada cosa ponerla en su lugar, es necesario enlistar cada artículo y determinar la frecuencia de uso, agruparlos y acomodarlos de una manera sencilla y accesible, con la organización se mejora el tiempo de respuesta y cualquiera puede hallar de manera fácil y rápida algún artículo, herramienta, dispositivo u objeto.

- **LIMPIAR**

El objetivo es encontrar toda causa de suciedad y eliminarla, con esto se mejora la calidad, la seguridad y el medio ambiente. Es necesario realizar un programa de limpieza para que esta sea realizada de manera periódica y de esta manera detectar las causas que originan la suciedad para eliminarlas de raíz.

- **ESTANDARIZAR**

El objetivo es lograr la disciplina y garantizar el mantener los logros obtenidos, es necesario estandarizar las actividades mediante procedimientos y métodos escritos, también hay que establecer indicadores que nos permitan conocer el grado de mejora a través del tiempo.

- **COMPROMISO**

El objetivo es lograr la mejora continua de nuestro trabajo innovando los sistemas actuales, identificando problemas hallando sus causas y eliminándolas de raíz. Como la mejora continua es un proceso que nunca termina se basa por completo en la filosofía Deming:

- Planear
- Hacer
- Verificar
- Actuar

- **RESISTENCIAS**

Algunas de las frases que comúnmente se escuchan en la compañía para la aplicación de la técnica de **5'S** son:

- ¿Por qué es tan importante clasificar y organizar?
- ¿Por que limpiar si se va a ensuciar de nuevo?
- Tengo un desorden, pero se donde esta todo.
- La compañía no necesita hacer 5'S, necesita ganar dinero.

- **BENEFICIOS**

La implantación de la técnica de **5'S** ayudara al **SMED** de la siguiente manera:

- La disminución del tiempo de cambio logra la diversificación de productos.
- El tener ordenado los moldes, dispositivos, etc., disminuye el tiempo de búsqueda.
- Un equipo limpio tendrá menos riesgos de falla.
- El tiempo de cambio de moldes disminuye porque todo lo necesario esta listo y ordenado.
- Los trabajadores tienen un mejor desempeño en un área limpia y ordenada.
- Eliminar las demoras evita el generar inventarios.
- Eliminar los movimientos de producto terminado innecesarios.
- Eliminar paros de maquinaria y equipo.
- Ampliar el espacio de trabajo.
- Eliminar actividades que no agregan valor.
- Realizar entregas a tiempo.
- Se disminuye el ausentismo.
- Se disminuyen los accidentes de trabajo.
- Se elimina el tiempo extra innecesario.
- Las plantas con **5'S** ganan respeto y admiración de sus clientes y competidores.

Habiendo comprendido los conceptos de las técnicas **3μ** y **5'S**, podemos ahora pasar a la siguiente etapa de la aplicación de la técnica del **SMED**.

## 4.2 CONVERSIÓN DE ACTIVIDADES

Continuando con la aplicación de la técnica del SMED para la reducción del tiempo de cambio de moldes, pasamos a la etapa siguiente:

### ETAPA 3: CONVERSIÓN DE OPERACIONES

Para realizar la conversión de operaciones se decide realizar las siguientes inversiones:

**Tabla 1: Inversiones para agilizar el cambio de moldes.**

No.	INVERSIONES	COSTO TOTAL (USD)
1	SE COLOCAN RUEDAS A LA MESA DE CORTE DE SMC	900
2	COLOCAR MANGUERAS CON CONEXIONES RÁPIDAS (PARA VAPOR)	1500
3	COLOCAR MANGUERAS CON CONEXIONES RÁPIDAS (PARA SISTEMA HIDRÁULICO)	1500
4	SE ADQUIEREN 4 TALADROS NEUMÁTICOS PARA REALIZAR LA OPERACIÓN.	10000
5	ESTANDARIZAR LOS TORNILLOS PARA QUE TODOS SEAN DE LA MISMA LONGITUD Y DIÁMETRO.	3000
6	SE ADQUIEREN TRES CARROS PARA TRASLADO DE MOLDES	30000
7	SE MARCA LA PLATINA DE LA PRENSA PARA AGILIZAR EL CENTRADO	0
8	SE HABILITA SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO EN ALMACÉN DE MOLDES	500
<b>INVERSIÓN TOTAL (USD)</b>		<b>47400</b>

Con estas inversiones, el proceso para el cambio de moldes se agiliza de tal manera que:

- Se elimina la duplicidad de algunas actividades debido al montaje de herramientas o implementos que no se encuentran debidamente acondicionados (como los tornillos de sujeción de los moldes y las mangueras con conexiones rápidas).
- Se han buscado y seleccionado herramientas que agilicen la ejecución del cambio (se adquieren taladros neumáticos con par de apriete controlado).
- Se reorganiza el cuarto de herramientas (aplicando 3mu y 5'S) y el almacén de moldes para hallar de manera rápida la herramienta que será utilizada y los moldes que serán cambiados ya que ahora su ubicación esta definida de forma clara.
- Se elimina el realizar operaciones de cambio equivocadas porque ahora la secuencia de los cambios se ha plasmado en una lista de verificación<sup>6</sup>.
- Se agiliza el centrado del molde con las marcas realizadas en la prensa.
- Con la compra de tres carros para el montaje y traslado de moldes se disminuye considerablemente el desperdicio de tiempo por manejo.
- Con la habilitación del sistema de precalentamiento se reduce el desperdicio de tiempo al precalentar los moldes desde su área de almacenaje.

<sup>6</sup> Ver lista de verificación en anexo 6.

**Tabla 2: Muestra el cambio de operaciones y los nuevos tiempos de cambio.**

No.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIEMPO	TIPO
1	ESCOMBRAR ÁREA DE TRABAJO	0	E
2	DESCONECTAR SISTEMA DE VAPOR	0	E
3	DESCONECTAR SISTEMA HIDRÁULICO	0	E
4	DESCONECTAR SISTEMA DE VACÍO	0	E
5	CERRAR PRENSA	5	I
6	ATORNILLAR MOLDE(S)	5	I
7	DESTORNILLAR PARTE INFERIOR DEL MOLDE(S)	5	I
8	ABRIR PRENSA	5	I
9	INTRODUCIR CARRO PARA SACAR 1er MOLDE	0	E
10	BAJAR PRENSA PARA COLOCAR MOLDE EN CARRO	5	I
11	DESTORNILLAR PARTE SUPERIOR DEL MOLDE	5	I
12	SACAR CARRO CON MOLDE DE PRENSA	10	I
13	TRASLADAR CARRO A ZONA DE MOLDES	15	I
14	BAJAR MOLDE CON GRÚA	10	I
15	REGRESAR CARRO A PRENSA	0	E
16	INTRODUCIR CARRO PARA SACAR 2do MOLDE	0	E
17	BAJAR PRENSA PARA COLOCAR 2do MOLDE EN CARRO	5	I
18	DESTORNILLAR PARTE SUPERIOR DEL 2do MOLDE	5	I
19	SACAR CARRO CON MOLDE DE PRENSA	10	I
20	TRASLADAR CARRO A ZONA DE MOLDES	15	I
21	BAJAR MOLDE CON GRÚA	10	I
22	TOMAR CON GRÚA EL 1er MOLDE A CAMBIAR Y COLOCAR EN CARRO	10	I
23	REGRESAR CARRO A PRENSA CON 1er MOLDE	0	E
24	COLOCAR 1er MOLDE EN POSICIÓN	10	I
25	ATORNILLAR PARTE SUPERIOR DE 1er MOLDE	5	I
26	SACAR CARRO DE PRENSA	5	I
27	TRASLADAR CARRO A ZONA DE MOLDES	0	E
28	TOMAR CON GRÚA EL 2do MOLDE A CAMBIAR Y COLOCAR EN CARRO	10	I
29	REGRESAR CARRO A PRENSA CON 2do MOLDE	10	I
30	COLOCAR 2do MOLDE EN POSICIÓN	10	I
31	ATORNILLAR PARTE SUPERIOR DEL 2do MOLDE	5	I
32	SACAR CARRO DE PRENSA	5	I
33	BAJAR PRENSA	5	I
34	ATORNILLAR PARTE INFERIOR DEL MOLDE(S)	5	I
35	DESTORNILLAR MOLDES PARA SUBIR PRENSA	5	I
36	CONECTAR SISTEMA DE VAPOR	0	E
37	CONECTAR SISTEMA HIDRÁULICO	0	E
38	CONECTAR SISTEMA DE VACÍO	10	I
39	CALENTAR MOLDES A LA TEMPERATURA ESPECIFICADA	30	I
40	AJUSTAR PARÁMETROS DE OPERACIÓN EN PRENSA	15	I
41	ESCOMBRAR ÁREA DE TRABAJO	0	E
42	REALIZAR 4 CICLOS DE PRUEBA	30	I
43	VERIFICAR LAS PRIMERAS PIEZAS AL 100%	30	I
44	SI EL RESULTADO ES SATISFACTORIO INICIAR PRODUCCION		I
45	SI LAS PIEZAS PRESENTAN DIFERENCIAS AJUSTAR PARÁMETROS.	30	I
TOTAL (minutos/hrs.)		<b>340/5.67</b>	

## 4.3 MÉTODO PROPUESTO

Analizando los nuevos tiempos del cambio de moldes y con las inversiones autorizadas para la ejecución del cambio, ahora el nuevo método para agilizar esta operación es el siguiente:

- **MANO DE OBRA:**

En el método anterior para el cambio de moldes, solamente estaba involucrado el personal de mantenimiento (6 personas), en el método propuesto se agregan 4 personas del área de producción para que el equipo de cambio de moldes sea de 10 personas.

- **MAQUINARIA Y EQUIPO:**

Se agregan 3 carros mas para realizar el traslado de moldes mientras se están sacando de la prensa los moldes a cambiar, además se adquieren 4 taladros neumáticos y toda la tornillería se estandariza, se agregan ruedas a la mesa de corte para escombrar el área de trabajo de forma rápida sin necesidad de montacargas y para reducir el tiempo de calentamiento de los moldes en la prensa, se habilita un sistema de precalentamiento en el área de almacén de moldes, de esta manera ahora se alcanza la temperatura especificada en 30 minutos o menos.

- **MÉTODO DE TRABAJO:**

A continuación se muestra el nuevo método de trabajo, los tiempos y el tipo de operación de cambio interna (I) o externa (E), como se podrá apreciar, ahora se utilizan únicamente 4 horas para la ejecución del cambio de 2 moldes:

**Tabla 3: Muestra el nuevo método de trabajo del equipo 1.**

No.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIEMPO
1	CERRAR PRENSA ( I )	5
2	ESCOMBRAR ÁREA DE TRABAJO ( E )	0
3	DESCONECTAR SISTEMA DE VAPOR ( E )	0
4	DESCONECTAR SISTEMA HIDRÁULICO ( E )	0
5	DESCONECTAR SISTEMA DE VACÍO ( E )	0
6	ATORNILLAR MOLDES ( I )	5
7	DESTORNILLAR PARTE INFERIOR DE LOS MOLDES ( I )	5
8	LEVANTAR PRENSA ( I )	5
9	INTRODUCIR LOS CARROS PARA SACAR LOS MOLDES. ( I )	10
10	BAJAR PRENSA PARA COLOCAR MOLDES EN CARROS ( I )	5
11	DESTORNILLAR PARTE SUPERIOR DE LOS MOLDES ( I )	5
12	SACAR CARROS CON MOLDES DE PRENSA ( I )	10
13	TRASLADAR CARROS A ZONA DE MOLDES ( I )	15
	TOTAL (minutos)	<b>65</b>
	TOTAL (horas)	<b>1,08</b>

**Tabla 4: Muestra el nuevo método de trabajo del equipo 2**

No.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIEMPO
14	PRECALENTAR MOLDES ( E )	0
15	COLOCAR PRIMER MOLDE EN CARRO ( E )	0
16	COLOCAR SEGUNDO MOLDE EN SEGUNDO CARRO ( E )	0
17	TRASLADAR CARROS A LA PRENSA. ( E )	0
TOTAL (minutos)		<b>0</b>
TOTAL (horas)		<b>0,00</b>

**Tabla 5: Muestra el nuevo método de trabajo en conjunto de los equipos 1 y 2**

No.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIEMPO
18	METER CARROS A PRENSA Y CENTRAR MOLDES ( I )	10
19	ATORNILLAR PARTE SUPERIOR DE AMBOS MOLDES ( I )	10
20	LEVANTAR PRENSA ( I )	5
21	SACAR CARROS DE PRENSA ( I )	10
22	BAJAR PRENSA ( I )	5
23	ATORNILLAR PARTE INFERIOR DE AMBOS MOLDES ( I )	10
24	REGRESAR CARROS A ZONA DE ALMACÉN DE MOLDES ( E )	0
25	DESTORNILLAR MOLDES PARA SUBIR PRENSA ( I )	5
26	CONECTAR SISTEMA DE VAPOR ( E )	0
27	CONECTAR SISTEMA HIDRÁULICO ( E )	0
28	CONECTAR SISTEMA DE VACÍO ( E )	0
29	CALENTAR MOLDES A LA TEMPERATURA ESPECIFICADA ( I )	30
30	AJUSTAR PARÁMETROS DE OPERACIÓN EN PRENSA ( E )	0
31	ESCOMBRAR ÁREA DE TRABAJO ( E )	0
32	REALIZAR 4 CICLOS DE PRUEBA ( I )	30
33	VERIFICAR LAS PRIMERAS PIEZAS AL 100% ( I )	30
34	SI EL RESULTADO ES SATISFACTORIO INICIAR PRODUCCIÓN	
35	SI LAS PIEZAS PRESENTAN DIFERENCIAS AJUSTAR PARÁMETROS. ( I )	30
TOTAL (minutos)		<b>175</b>
TOTAL (horas)		<b>2,92</b>

De esta manera se logra una reducción de tiempo importante, ya que al reducir el tiempo de 16 horas a solamente 4, da como resultado ganar un turno y medio de producción, de esta manera es posible producir la cantidad requerida por los clientes sin tener que generar tiempo extra ni inventarios, y paulatinamente con el dominio pleno de la técnica, generar ahorros substanciales a la empresa.

También se tendrá disponibilidad de la maquinaria y los equipos de producción para que el área de mantenimiento pueda llevar a cabo el programa de mantenimiento preventivo mientras se esta realizando el cambio de moldes, y de esta forma reducir la probabilidad de que tales equipos fallen o sufran alguna descompostura cuando estén siendo utilizados en la producción.

## Referencias

Shingo Shigeo., (2003) “**MANUAL DE HERRAMIENTAS DE CLASE MUNDIAL**” ISS Consultores, México, Capitulo 1, Pág. 7-27

# CONCLUSIONES

La aplicación del **SMED** en la actualidad es una herramienta de gran valor en las empresas, ya que como en cualquier compañía para lograr la supervivencia en el mercado nos lleva a crear nuevas estrategias de venta, nuevos métodos de trabajo y reducción de gastos de operación al mínimo para incrementar los márgenes de utilidad.

Además es necesario ofrecer a los clientes actuales y potenciales, una diversidad de productos y/o procesos que le permitan a la compañía seguir siendo un proveedor atractivo para seguir operando y generar fuentes de empleo.

El **SMED** es una técnica que permitirá la supervivencia de las empresas a mediano y largo plazo, porque su adecuada aplicación nos ayudara a reducir los tiempos de cambio de herramientas de tal manera que la capacidad de planta será incrementada y así se podrá tener disponibilidad para atraer nuevos proyectos.

A lo largo de este trabajo podemos ver que el **SMED** ofrece los siguientes beneficios:

- Reducción de los tiempos de cambio de herramientas.
- Mejora la calidad de los productos y procesos.
- Aumenta la flexibilidad de la empresa.
- Reducción del tiempo de respuesta a los clientes.
- Eliminación de exceso desperdicios a proveedores.
- Reducción de retrabajos, reprocesos y desperdicios.
- Mejora la utilización del espacio físico.
- Minimización de inventarios de producto final y en proceso.
- Se crea un ambiente de trabajo más ergonómico.
- Eliminación de productos obsoletos.

Junto con el **SMED**, el aplicar las técnicas de **3μ** y **5'S**, nos ayudaran a que el método para el cambio de moldes sea de una forma lógica, limpia y ordenada; el resultado de aplicar este conjunto de métodos nos llevo en **PADSA** a reducir el tiempo de cambio en las prensas que tienen 2 moldes, de utilizar 16 horas, a utilizar únicamente 4 y en las prensas donde hay solo un molde, el cambio de molde se reduce de 8 a 2 horas.

Es importante mencionar que el involucramiento de la alta dirección para evaluar y autorizar los recursos para la aplicación del **SMED** y reducir el tiempo de los cambios de moldes, es vital, porque finalmente si no se tiene una visión real y analítica del futuro de la empresa a mediano y largo plazo, se corre el riesgo de perder negocios y finalmente desaparecer del mercado.

Por lo tanto, la comprensión y aplicación de las herramientas de clase mundial dentro del entorno de la compañía, lejos de generar una mayor carga de trabajo en las áreas productivas, nos ayudaran a tener bases sólidas y tangibles para la correcta toma de decisiones, hallar la causa raíz metódicamente de problemas de calidad que deterioren la imagen de la empresa y esto se traduzca en perdidas económicas y de negocios potenciales, y finalmente crear un método de trabajo ordenado, limpio y sistemático que atraiga nuevos clientes, que genere fuentes de empleo y un mayor volumen de ventas que garantice la operación y crecimiento de la compañía.

# **GLOSARIO**

**Desmoldeo:** Acción de retirar la pieza moldeada del molde.

**Moldeo:** Es la operación de formar la pieza de fibra de vidrio utilizando un molde.

**Rastreabilidad:** Es la acción de registrar datos de la fabricación de una parte producida con la finalidad de reconstruir la historia cuando esta sea requerida al surgir alguna no conformidad.

**SMC:** Sheet moulding compound (Compuesto moldeable en hoja).

**SMED:** Single minute exchange of dials (Cambio rápido de herramientas).

**Termocompresión:** Proceso de fabricación para el moldeo de partes de fibra de vidrio, utilizando moldes metálicos calentados por vapor o aceite, que son colocados en prensas hidráulicas que aplicaran el tonelaje requerido para la fabricación de partes.

# **BIBLIOGRAFÍA**

Acheson J. Ducan., (1996) **“CONTROL DE CALIDAD Y ESTADÍSTICA INDUSTRIAL”** Alfa Omega S.A. de C.V., México, 1065 pg.

Arnoldo Hernández., (1999) **“JUSTO A TIEMPO”** Co. Continental S.A. de C.V. 1ª Edición, México, 243 pg.

**A.V. Feigenbawm., (1991) “TOTAL QUALITY CONTROL”** Mc Graw Hill. México, 3ª Edición 843 Pág.

Benjamin Nivel., (1990) **“INGENIERÍA INDUSTRIAL Y ADMINISTRACIÓN”** Alfa Omega S.A. de C.V., México, 3ª Edición, 801 pg.

Hanmdy A. Nivel., (1995) **“INVESTIGACIÓN DE OERACIONES”** Alfa Omega S.A. de C.V., México, 5ª Edición, 949 pg.

J.M. Juran., (1990) **“JURAN Y EL LIDERAZGO PARA LA CALIDAD, MANUAL PARA DIRECTIVOS”** S.A. de C.V., México, 1ª Edición 357 pg.

Kaoru Ishikawa., (1991) **“¿QUE ES EL CONTROL TOTAL DE CALIDDA? LA MODALIDAD JAPONESA”** Grupo editorial Norma, México, 1ª Edición 200 pg.

Philip E. Hicks., (1999) **“INGENIERÍA INDUSTRIAL Y ADMINISTRACIÓN”** Editorial Continental., S.A. de C.V. , 2ª Edición 469 pg.

Ralph w. Pike, Lautnro Guerra G., (1989) **“JELEN’S COST & OPTIMIZATION ENGINEERING”** Alfa Omega S.A. de C.V., México, 335 pg.

Serowe Kalpakjian, Steven R. Sechmid., (2001) **“MANUFACTURA, INGENIERIA Y TECNOLOGIA”** Pearson Educación, México., 4ª Edición, 1137 pg.

Shingo Shingeo., (2003) **“MANUAL DE HERRAMIENTAS DE CLAES MUNDIAL”** ISS Consultores, México, Capitulo 3, pg. 1-13

# **ANEXOS**



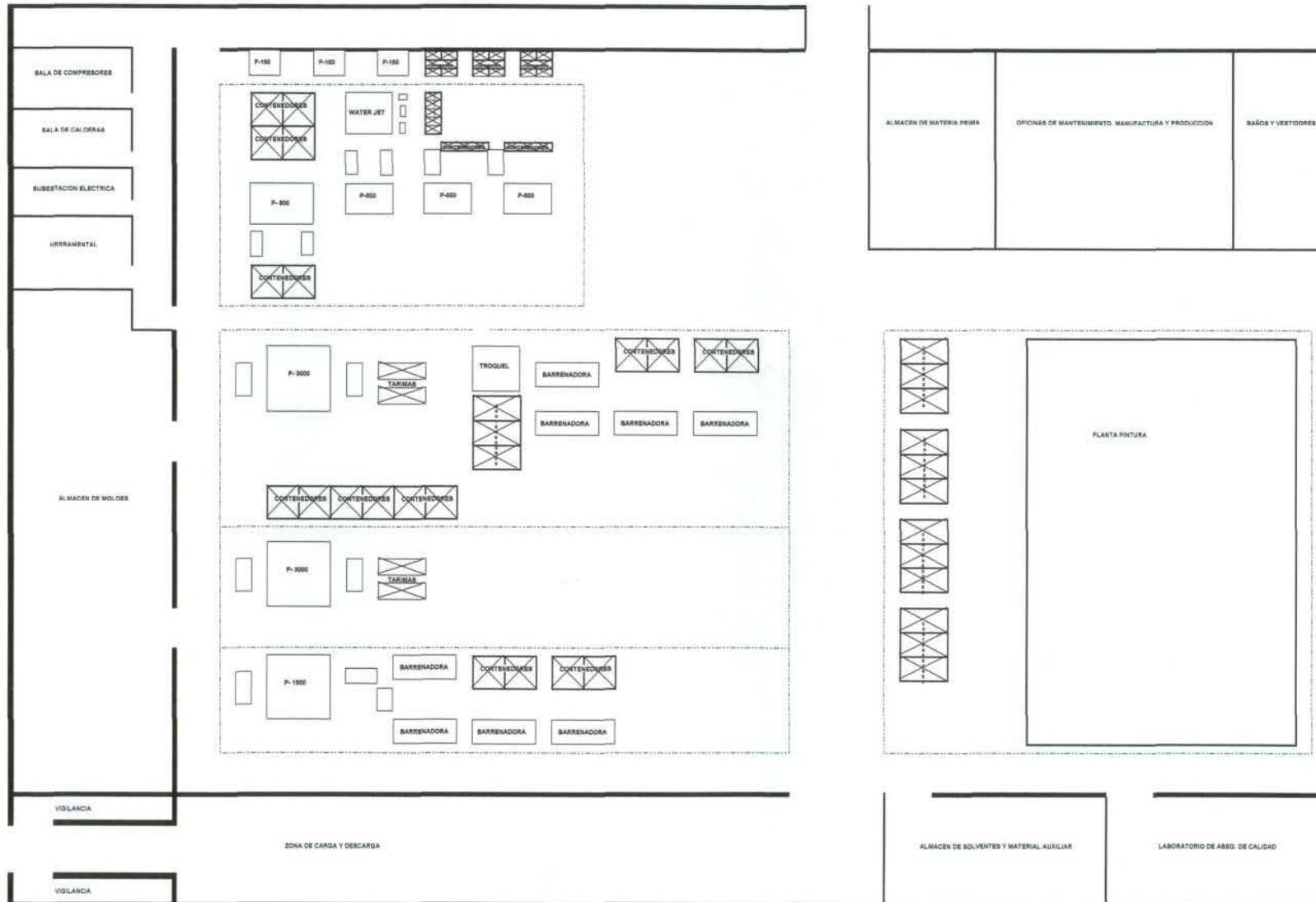
## ANEXO 2

### DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO DE TERMOCOMPRESION

No.	○	□	⊗	⇒	△	D	DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN
1	●						RECEPCION DE MATERIA PRIMA
2		●					INSPECCION Y PRUEBA
3			●				ALMACENAJE DE SMC
4				●			SURTIMIENTO A LINEA DE SMC
5	●						MOLDEO
6	●						DESMOLDEO
7						●	ENFRIAMIENTO
8	●						REBABADO
9	●						BARRENADO
10	●						TROQUELADO
11	●						CORTE
12	●						ENSAMBLE
13		●					INSPECCION FINAL
14	●						EMPAQUE
15						●	ALMACENJE
16				●			EMBARQUE

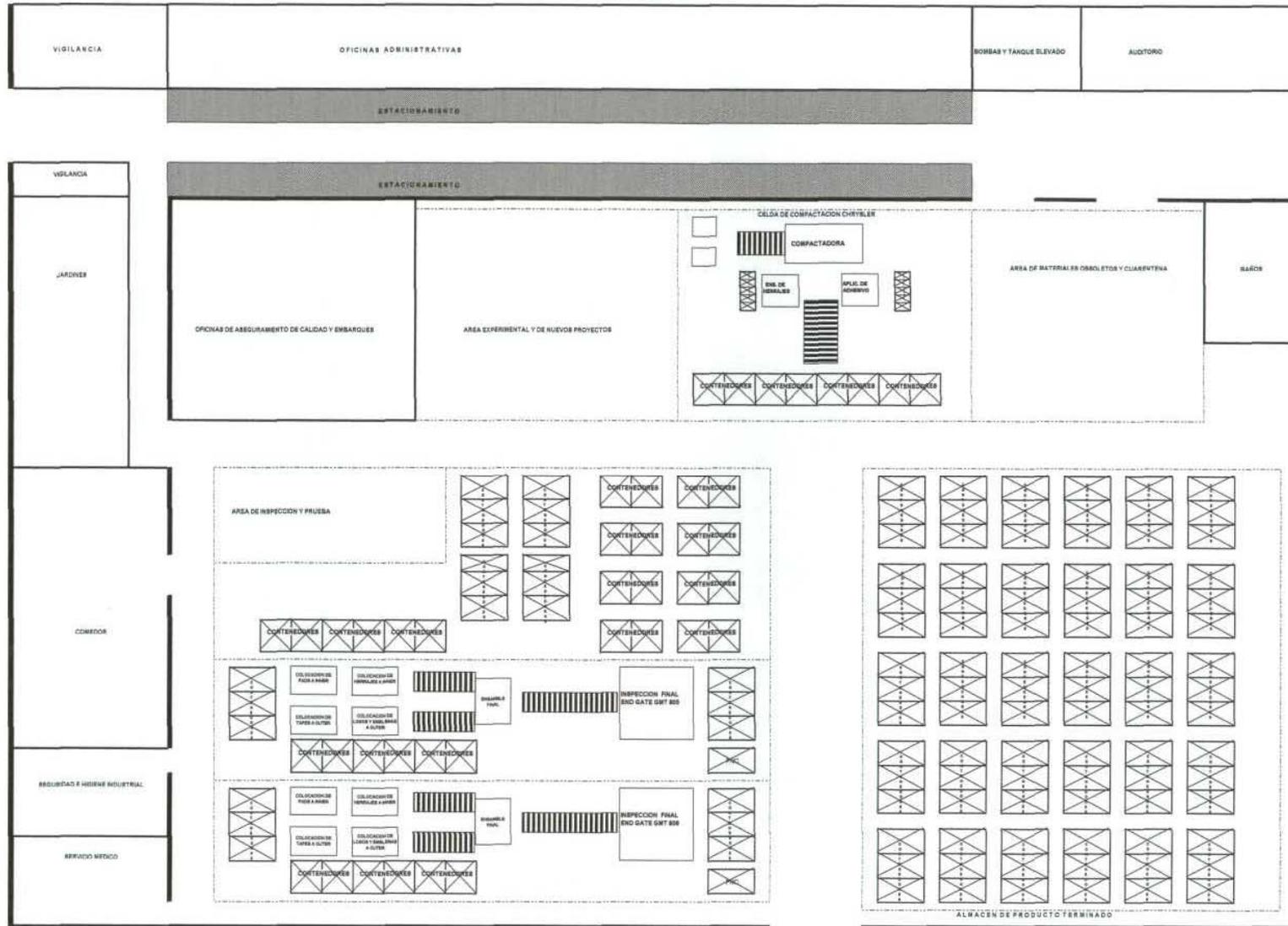
**DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO DE MOLDEO POR TERMOCOMPRESION.**

ANEXO 3



LAY OUT NAVE DE TERMOCOMPRESION Y PINTURA

ANEXO 3



LAY OUT NAVE DE ENSAMBLE FINAL

ANEXO 4

PADSA S.A. DE C.V. PROGRAMA DE PRODUCCION

SEMANA \_\_\_\_\_ : DEL \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_, AL \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_, DEL \_\_\_\_\_.

PROYECTO GOR 257 PRENSA 500-1

	LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO		
MOLDEO	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224
ENSAMBLE	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

PROYECTO GOR 250 PRENSA 500-2

	LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO		
MOLDEO	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224
ENSAMBLE	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192

PROYECTO SELLO 257 PRENSA 500-3

	LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO		
MOLDEO	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384

PROYECTO GMT 805/806

	LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO		
MOLDEO	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
INNER P-800	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
MOLDEO	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
OUTER P-3000/2	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320
PINTURA	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
PRIMER	1620			1620			1620			1620			1620			1620					
ENSAMBLE	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
FINAL GMT 805	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320
ENSAMBLE	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
FINAL GMT 806	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

PROYECTO MASONITE P-3000/1

	LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO		
MOLDEO	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
SIX PANEL P-3000/1	320	320	320	320	320	320	320	*	*												
MOLDEO	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
TWO SIDE PANEL P-3000/1										320	320	320	320	320	320	320	**	**			
MOLDEO	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
FOUR SIDE PANEL P-3000/1																			320	320	320

\* NOTA 1: CAMBIO DE MOLDE PARA EL TWO SIDE MIERCOLES EN EL 2º TURNO, SE INICIA PRODUCCION JUEVES EN EL 1er TURNO.

\*\* NOTA 2: CAMBIO DE MOLDE PARA EL FOUR SIDE SABADO EN EL 2º TURNO, SE INICIA PRODUCCION DOMINGO EN EL 1er TURNO.

PROYECTO MASONITE P-1500

	LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO		
MOLDEO	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
FLUSH PANEL P-1500	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	*									
MOLDEO	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
SIX PANEL BEIGE P-1500													200	200	200	200	200	200	200	200	200

\* NOTA 1: CAMBIO DE MOLDE PARA EL SIX PANEL BEIGE JUEVES EN EL 3er TURNO, SE INICIA PRODUCCION VIERNES EN EL 1er TURNO.

PROGRAMA DE PRODUCCION

**ANEXO 5**  
**CAPACIDAD DE PLANTA**

No	PRENSA	TONELAGE (TONS)	PROYECTO(S)	VOLUMEN ANUAL REQUERIDO (PIEZAS)	MOLDES	PRODUCCION POR HORA (PIEZAS)	PRODUCCION DIARIA (PIEZAS)	PRODUCCION ANUAL REAL (PIEZAS)	PORCENTAGE DE UTILIZACION DE EQUIPO	CAPACIDAD DISPONIBLE	OBSERVACIONES
1	3000-1	3000	MASONITE	250000	2	40	920	251160 TOTAL	100% 100%	0%	
2	3000-2	3000	MASONITE GMT 805	125000 125000	2 2	40 40	920 920	251160 251160 TOTAL	50% 50% 100%	0%	
3	1500	1500	MASONITE GMT 806 CHRY PECO CHRY PICO CHRY PECA CHRY PICA	80000 40000 20000 20000 10000 10000	1 1 1 1 1 1	40 32 32 32 32 32	920 736 736 736 736 736	251160 200928 200928 200928 200928 200928 TOTAL	32% 20% 10% 10% 5% 5% 82%	18%	
4	800	800	GMT 805	125000	1	20	460	125580 TOTAL	100% 100%	0%	
5	500-1	500	GMT 257	125000	1	20	460	125580 TOTAL	100% 100%	0%	
6	500-2	500	GMT 250	120000	1	20	460	125580 TOTAL	96% 96%	4%	
7	500-3	500						TOTAL	0% 0%	100%	
8	150-1	150						TOTAL	0% 0%	100%	
9	150-2	150						TOTAL	0% 0%	100%	
10	150-3	150						TOTAL	0% 0%	100%	

**CAPACIDAD DE PLANTA**

## ANEXO 6

### PLASTICOS AUTOMOTRICES DE SAHAGUN S.A. DE C.V. FORMATO DE VERIFICACION DE CAMBIO DE MOLDES

EQUIPOS DE TRABAJO

EQUIPO 1: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
 EQUIPO 2: \_\_\_\_\_ TURNO: \_\_\_\_\_  
 PRENSA: \_\_\_\_\_

EQUIPO 1		REALIZADO			
		SI	NO	REVISO	TIEMPO
1	CERRAR PRENSA				
2	ESCOBRAR AREA DE TRABAJO				
3	DESCONECTAR SISTEMA DE VAPOR				
4	DESCONECTAR SISTEMA HIDRAULICO				
5	DESCONECTAR SISTEMA DE VACIO				
6	ATORNILLAR MOLDE(S)				
7	DESATORNILLAR PARTE INFERIOR DE LOS MOLDES				
8	LEVANTAR PRENSA				
9	INTRODUCIR LOS CARROS PARA SACAR LOS MOLDES.				
10	BAJAR PRENSA PARA COLOCAR MOLDES EN CARROS				
11	DESATORNILLAR PARTE SUPERIOR DE LOS MOLDES				
12	SACAR CARROS CON MOLDES DE PRENSA				
13	TRASLADAR CARROS A ZONA DE MOLDES				
REVISO				TIEMPO TOTAL (min)	
				TIEMPO TOTAL (hs)	
_____		OBSERVACIONES:			
NOMBRE/FIRMA/MATRICULA					

EQUIPO 2		REALIZADO			
		SI	NO	REVISO	TIEMPO
14	PRECALENTAR MOLDES				
15	COLOCAR PRIMER MOLDE EN CARRO				
16	COLOCAR SEGUNDO MOLDE EN SEGUNDO CARRO				
17	TRASLADAR CARROS A LA PRENSA.				
REVISO				TIEMPO TOTAL (min)	
				TIEMPO TOTAL (hs)	
_____		OBSERVACIONES:			
NOMBRE/FIRMA/MATRICULA					

EQUIPO 1 Y 2		REALIZADO			
		SI	NO	REVISO	TIEMPO
17	METER CARROS A PRENSA Y CENTRAR MOLDES				
18	ATORNILLAR PARTE SUPERIOR DE AMBOS MOLDES				
19	LEVANTAR PRENSA				
20	SACAR CARROS DE PRENSA				
21	BAJAR PRENSA				
22	ATORNILLAR PARTE INFERIOR DE AMBOS MOLDES				
23	REGRESAR CARROS A ZONA DE ALMACEN DE MOLDES				
24	DESATORNILLAR MOLDES PARA SUBIR PRENSA				
25	CONECTAR SISTEMA DE VAPOR				
26	CONECTAR SISTEMA HIDRAULICO				
27	CONECTAR SISTEMA DE VACIO				
28	ESPERAR A QUE LOS MOLDES ALCANZEN LA TEMPERATURA ESPECIFICADA				
29	AJUSTAR PARAMETROS DE OPERACION EN PRENSA				
30	ESCOBRAR AREA DE TRABAJO				
31	REALIZAR 4 CICLOS DE PRUEBA				
32	COMPARAR LAS PIEZAS PRODUCIDAS CON LAS ULTIMAS DE LA CORRIDA ANTERIOR				
33	SI LAS PIEZAS ESTAN DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES INICIAR PRODUCCION				
34	SI LAS PIEZAS PRESENTAN DIFERENCIAS AJUSTAR PARAMETROS.				
REVISO				TIEMPO TOTAL (min)	
				TIEMPO TOTAL (hs)	
_____		OBSERVACIONES:			
NOMBRE/FIRMA/MATRICULA					

**FORMATO DE VERIFICACION DE CAMBIO DE MOLDES**