



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

COLEGIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Reducción del tiempo de cambio de herramienta
en el área de repulsado mediante la metodología
SMED aplicado a una empresa de ventilación

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

José Ángel Coraza Galindo

Asesor: M. I. Alejandro Olvera García

Puebla, Puebla

Abril 2016

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis padres Adelfo y Luciana por apoyarme siempre y en todo momento, que gracias a sus consejos y palabras de aliento me han ayudado a crecer como persona y a luchar por lo que quiero, gracias por enseñarme valores que me han llevado a alcanzar una gran meta. ¡Lo logramos!

A mis hermanos Oscar y Juan por ser solidarios conmigo en momentos difíciles y brindarme siempre su apoyo incondicional a favor de mi superación profesional.

Este es un nuevo logro en gran parte gracias a ustedes, he logrado concluir con éxito un proyecto que en un principio parecía tarea difícil e interminable. Quisiera dedicar mi tesina a ustedes por haber creído en mí hasta el último momento, puedo decir ¡ya soy ingeniero!

Gracias a los ingenieros Oscar Petlcalco y Ezequiel Rojas por creer en mí y brindarme la oportunidad de desarrollar mi tesina en la empresa Soler y Palau, por todo el apoyo y facilidades brindadas. Por la experiencia adquirida, consejos y la oportunidad de crecer profesionalmente.

Al ingeniero David Andrade supervisor del área por su apoyo, confianza y respaldo a lo largo del proyecto.

Así como a Cesar Hernández e Iván Ruiz por su compromiso e interés para llevar a buenos términos la realización del proyecto.

A mi asesor M.I. Alejandro Olvera, por el tiempo, dedicación, consejos y paciencia en la elaboración de este trabajo.

INDICE

1 ¿QUÉ ES LEAN MANUFACTURING?	1
1.1 DEFINICIÓN	1
1.2 LOS GRANDES DESPERDICIOS Y SUS GENERADORES.....	2
1.2.2 DESPERDICIOS O MUDAS	3
1.2.3 OTROS GRANDES DESPERDICIOS	8
1.3 MAPEO DEL VALOR	9
1.3.1 DEFINICIÓN	10
1.3.2. ¿QUÉ ES UNA CADENA DE VALOR?.....	10
1.4 SMED.....	10
1.4.1 BREVE HISTORIA.....	10
1.4.2 ¿QUÉ ES EL SMED?	11
1.4.3 CONVENIENCIA DEL SMED	12
1.4.4 ¿CUÁNDO SE UTILIZA SMED?.....	13
1.4.5 ¿CUÁNTO TIEMPO TOMA IMPLEMENTAR SMED?	13
1.4.6 PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR SMED.....	13
1.4.7 HERRAMIENTAS CONCEPTOS ÚTILES PARA LA IMPLEMENTACIÓN	18
1.5 LAS 5´S.....	19
1.5.2 DEFINICIÓN	19
1.5.3 ¿PARA QUÉ SE IMPLEMENTA LAS 5´S?.....	20
1.6 TRABAJO ESTANDAR	20
1.6.1 DEFINICIÓN	20
1.6.2 ¿PARA QUÉ SE IMPLEMENTA EL TRABAJO ESTÁNDAR?	21
1.6.3 ¿CUÁNDO SE UTILIZA EL TRABAJO ESTÁNDAR?	21
2. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	22
2.1 HISTORIA DE LA EMPRESA	22
2.2 SOLER Y PALAU EN EL MUNDO	22
2.3 LOCALIZACION.....	24
2.4 FILOSOFIA DE LA COMPAÑÍA	25
2.5 MARCA SOLER Y PALAU	26

2.6	MISIÓN	27
2.7	VISIÓN.....	27
2.8	POLITICA DE CALIDAD	27
2.9	CALIDAD, EL CAMINO QUE NOS LLEVA AL ÉXITO	27
2.9	CATALOGO DE PRODUCTOS	28
2.9.1	LÍNEA HÁBITAT	28
2.9.2	LÍNEA COMERCIAL	29
2.9.3	LÍNEA INDUSTRIAL	30
2.9.4	LÍNEA OEM	31
2.10	PROYECTOS DE APLICACIÓN.....	32
2.11	CERTIFICACIONES	32
2.12	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	34
2.13	JUSTIFICACIÓN	35
2.14	OBJETIVOS.....	36
2.15	PROCESO DE REPULSADO	37
2.15.1	RECHAZADO CONVENCIONAL.....	37
2.15.2	DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA RECHAZADORA.....	38
2.15.3	COMPONENTES DE LA MÁQUINA RECHAZADORA	40
3.	APLICACIÓN DE METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING AL ÁREA DE REPULSADO	45
3.1	CADENA DE VALOR	45
3.2	APLICACIÓN DE SMED A LA MAQUINA Z-130	47
3.2.1	OBSERVAR Y MEDIR EL TIEMPO TOTAL DE CAMBIO	48
3.2.2	SEPARAR ACTIVIDADES INTERNAS DE LAS EXTERNAS.....	49
3.2.3	CONVERTIR ACTIVIDADES INTERNAS EN EXTERNAS.....	49
3.2.4	DESPERDICIO ACTIVIDADES INTERNAS	50
3.2.4.1	TORNILLOS SIN FIN.....	52
3.2.4.2	REGLETAS.....	53
3.2.4.3	COMPRA DE HERRAMIENTA	55
3.2.4.4	REGLAS EN EL CENTRADOR	56
3.2.4.5	ESTANDARIZACION DE BARRENOS.....	57

3.2.4.6 MODIFICACION DE LAYOUT	59
3.2.4.7 MESA DE HERRAMIENTA.....	60
3.2.5 DESPERDICIO ACTIVIDADES EXTERNAS	61
3.2.5.1 TARJETA DE AJUSTE	62
3.2.5.2 MOVIMIENTO DE RACKS	63
3.2.5.3 DISPOSITIVO PARA PLANTILLAS.....	65
3.2.5.4 TARIMAS PARA MOLDES	66
3.2.6 ESTANDARIZACION.....	68
3.2.6.1 CHECK LIST	68
3.2.6.2 HOJA DE TRABAJO ESTANDAR	68
4. RESULTADOS	71
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES	81
ANEXOS	82
Anexo 1. Formato de registro de actividades en un cambio	82
Anexo 2. Análisis para convertir actividades internas en externas	83
Anexo 3. Formato del Check List	84
Anexo 4. Hoja Descripción de actividades	85
Anexo 5. Hoja Descripción de Actividades.....	86
BIBLIOGRAFÍA	87

INTRODUCCION

Actualmente se tienen disponibles diversas herramientas y metodologías que permiten a las empresas lograr disminuir costes de producción, eliminar desperdicios y cumplir con las fechas compromiso pactadas con los clientes.

El presente escrito es un trabajo para obtención de título profesional llamado “reducción del tiempo de cambio de herramental en el área de repulsado mediante la metodología SMED aplicado a una empresa de ventilación” en donde se detallan los pasos para reducir tiempo de cambio de modelo y con ello aumentar la productividad de la máquina.

El proyecto sobre el cual se abordara a continuación fue aplicado en la empresa Soler y Palau enfocada al sector de la ventilación, dicho trabajo será presentado a dirección general de la empresa para discutir sobre los puntos tratados y su aplicación al área involucrada. Se describirán factores claves de la organización y sobre su fundación para entender su liderazgo en el mercado nacional, así como la calidad y eficiencia de productos fabricados.

Se explicará de manera general los temas usados de la filosofía lean manufacturing útil en problemáticas donde existen sobreproducción e inventarios elevados, para analizar la cadena de valor y eliminar aquellos desperdicios presentes en el proceso de cambio de herramental.

En diversas industrias se trabaja bajo un sistema de producción con altos niveles de inventario para poder lograr cumplir con su programa de producción olvidándose de todos los problemas que esconden dichos inventarios. Una causa de tener en la organización sobreinventarios se deriva de procesos donde se cuentan con más de un modelo de producto, ya que implica ajustar herramientas de máquina en cualquier punto de la cadena de valor absorbiendo gran parte del tiempo disponible.

La metodología SMED (Single Minute Exchange of Die) implica realizar cambios de herramientas en menos de diez minutos, y llegar a un sistema de producción con lotes pequeños de productos. .

Cuando se habla de cambios de herramientas más rápidos no se refiere a la velocidad con la que se realiza la actividad, sino en relación a las herramientas y mejoras detectadas en el área para que sea ágil el proceso. Debido a que se expone la integridad física de la persona encargada, en este proyecto se consideró en todo momento la seguridad del operador para ejecutar sus actividades y dejar en claro que la persona tiene preferencia a la máquina.

Para desarrollar este proyecto se llevó a cabo un estudio de todas las actividades realizadas por las personas involucradas. El éxito de aplicar la metodología SMED se basa en aprovechar el tiempo que la máquina sigue operando la pieza del modelo anterior para preparar todo lo necesario del cambio y con la máquina parada enfocarse a realizar cambio de herramienta.

1 ¿QUÉ ES LEAN MANUFACTURING?

1.1 DEFINICIÓN

Lean Manufacturing (manufactura esbelta o ágil) es el nombre que recibe el Sistema Just In Time en Occidente. También se ha llamado Manufactura de Clase Mundial y Sistema de Producción Toyota. (Socconini 2008)

Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero si costo y trabajo. Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas bien organizados y capacitados. Debemos entender que Lean Manufacturing es el esfuerzo incansable y continuo para crear empresas más efectivas, innovadoras y eficientes (Bodek).

El verdadero poder de Lean Manufacturing radica en descubrir continuamente en toda la empresa aquellas oportunidades de mejora que están escondidas, pues siempre habrá desperdicios susceptibles de ser eliminados. Se trata entonces de crear una forma de vida en la que se reconozca que los desperdicios existen y siempre serán un reto para aquellos que estén dispuestos a encontrarlos y eliminarlos.

Hiroshi Okuda, presidente ejecutivo y director de Toyota Motors, dijo: “Quiero que todos en Toyota cambien, o al menos que no sean un obstáculo para que los demás cambien. También quiero que todos pongan por escrito sus planes de cambio para el año”.

Una empresa Lean, esbelta o ágil, que quiera obtener el mejor beneficio dadas las condiciones cambiantes de un mundo globalizado, debe ser capaz de adaptarse rápidamente a los cambios. Para ello debe recurrir a las herramientas idóneas de mejora, prevención, solución de problemas y administración disponibles, tener

hábitos que influyan en la cultura y disponer de una administración congruente con liderazgo que motive el cambio y el autocrecimiento.

1.2 LOS GRANDES DESPERDICIOS Y SUS GENERADORES

Los mercados actuales se están fortaleciendo mediante la formación de grandes bloques comerciales, eliminando en muchos casos barreras arancelarias entre países y mejorando los costos y el tiempo de respuesta del transporte de mercancías y de la transferencia de información. En pocas palabras, los cambios de las economías se están produciendo a una velocidad vertiginosa. En estos ambientes de competencia “perder el tiempo” en la empresa es impensable. Por ello, es vital que la dirección y los empleados inviertan sus esfuerzos todos los días únicamente en actividades que agreguen valor para los clientes, dejando a un lado lo que represente costosos desperdicios.(Socconini 2008)

Para muchos resultara una sorpresa saber que, en la mayoría de los casos, sólo de 5 a 10% de todas las actividades que se desarrollan en las empresas agregan valor; el resto es desperdicio. Si somos capaces de eliminar progresivamente estos desperdicios, comprenderemos el éxito de las empresas que están marcando la diferencia en cuanto a competitividad.

El gran problema es que estos desperdicios son la razón principal de la baja competitividad de aquellas empresas que en la actualidad están cerrando, y no se dan cuenta de ello. Buscando superar sus problemas de liquidez despidiendo personal modificando la calidad de estos insumos, pero no atacan los desperdicios.

La causa de estos desperdicios radica generalmente en políticas y formas de pensar impuestas en el paso que no han sido revisadas y no se diga mejoradas.

Una vez que se aprenda a observar y descubrir los desperdicios, la cultura de la empresa ira eliminando paulatinamente estas pérdidas de tiempo, retrasos, esfuerzos, esfuerzos extras y costos elevados. Por ello, quienes inicien esta gran tarea se verán ampliamente recompensados, tanto en el futuro de sus empresas como en su vida personal.

Como consecuencia de los desperdicios en los procesos, es común que se deriven otras pérdidas, siendo estas evidentes que los mismos desperdicios. Entre las pérdidas más comunes se encuentra la pérdida de tiempo, la pérdida de capacidad, la pérdida de recursos y, finalmente, la pérdida de oportunidades.

1.2.2 DESPERDICIOS O MUDAS

La mejor traducción de la palabra japonesa muda debería ser exceso. Los 7 desperdicios que afectan negativamente la productividad deben ser entendidos, detectados y eliminados o minimizados todos los días en empresas e instituciones.

Uno de los principales objetivos de lean es conocer, detectar y eliminar sistemáticamente todos los desperdicios en la industria, ya que diariamente reducen la capacidad de las empresas y representan un reto para administradores, gerentes y empleados en general.

Para entender lo que es un desperdicio, es conveniente explicar que son las actividades que agregan valor (VA). Las VA son aquellas que producen directamente un cambio que el cliente desea, al grado que esté dispuesto a pagar por ese esfuerzo. Desperdicio o exceso será cualquier otro esfuerzo realizado en la empresa que no sea absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio tal como lo requiere el cliente. Estos esfuerzos aumentan los costos y disminuye el nivel de servicio, con lo cual afectan los resultados obtenidos en el negocio. Toyota clasifica en siete grandes grupos los desperdicios o mudas:

1. Muda de sobreproducción.
2. Muda de sobreinventario.
3. Muda de productos defectuosos.
4. Muda de transporte de materiales y herramientas.
5. Muda de procesos innecesarios.
6. Muda de espera.
7. Muda de movimientos incensarios del trabajo.

1. SOBREPDUCCIÓN

Sobrepoducir significa básicamente:

- Producir más de lo que se necesita.
- Producir más rápido de lo que se requiere.
- Manufactura antes de que se necesite.

Características de la sobreproducción

- Inventario acumulado.
- Exceso de equipo de gran capacidad.
- Flujo desbalanceado de material.
- Espacio excesivo para almacenamiento.
- Más mano de obra que la necesaria.
- Administración compleja de inventarios.
- Demasiada capacidad instalada/inversión.
- Grandes espacios en piso.
- Problemas ocultos.
- Sensación de ambiente de trabajo inseguro.
- Obsolescencia de los materiales.

2. SOBREENVENTARIO

El sobreinventario es cualquier material, producto en proceso o productos terminados que exceden a lo que se necesita para satisfacer la demanda del cliente

Por lo común, los inventarios se generan para evitar las siguientes ineficiencias:

- Pronósticos erróneos sobre la demanda esperada.
- Desequilibrio en la producción.
- Poca confianza en que no haya descomposturas en la maquinaria empleada para la producción.
- Desconocimiento de la capacidad real de producción.
- Producir para aumentar la eficiencia de equipos o áreas individuales.

- Procesos o máquinas separadas por grandes distancias.
- División del trabajo por lotes, lo que lentifica el proceso.
- Productos defectuosos que hay que sustituir mediante un aumento en la producción.
- Campañas masivas de retrabajo cuando los defectos salen a flote.
- Tiempo muy alto para cambios de producto o preparación de máquinas.
- Distribución inadecuada de la plata.
- Altos colchones de productos sin plan de producción entre los procesos, con lo cual se ocultan los problemas

Características de los sobreinventarios

- Espacios grandes en el andén de recepción de materias primas.
- Permanencia de las primeras entradas en lugar de aplicar el principio de primeras entradas. Primeras salidas.
- Grandes cantidades de producto en espera de ser procesadas.
- Grandes destinadas al almacenamiento de producto (materias primas. Materiales, producto en proceso y producto terminado).
- Tiempos prolongados en proceso cuando se implementan cambios de ingeniería.
- Necesidad de recursos adicionales para el manejo de los materiales (hombres, estantes, almacenes, sistemas).
- Baja rotación de inventarios.

3. PRODUCTOS DEFECTUOSOS

Esta muda de refiere a la pérdida de los recursos empleados para producir un artículo o servicio defectuoso, ya que se invirtieron materiales tiempo-máquina y, lo más importante, tiempo de una persona para realizar un trabajo que a fin de cuentas no sirvió para agregar valor al cliente. Es algo similar a lo que ocurre cuando se quema un pastel al hornearlo: se desperdician ingredientes, gas y el trabajo de los cocineros: toda va a dar a la basura, incluso el tiempo y el dinero invertido.

En este rubro entran también los retrabajos, ya que si bien el efecto puede ser corregido, el retrabajo implica realizar una o más tareas dos o más veces, incurriendo así en más gastos y en la pérdida de disponibilidad de los recursos de la empresa

Características que generan los defectos

- Exceso de operarios dedicados a inspeccionar, retrabajar o reparar.
- Inventario acumulado específicamente para ser retrabajado.
- Flujo complejo del producto dentro de la planta.
- Producto o servicio de calidad cuestionable.
- Fallas en los embarques y en las entregas.
- Poca integración entre cliente y proveedores.
- La organización se vuelve reactiva: “apaga fuegos”.

4. TRANSPORTE DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Esta mira consiste en todos aquellos traslados de materiales que no apoyan directamente el sistema de producción. Mover los productos de un lado a otro de la planta no se traduce en un cambio significativo para el cliente, pero si implica un costo, e incluso pone en riesgo la integridad del producto. Cabe aclarar que nos referimos en este caso al transporte dentro de las instalaciones de la empresa, y no a la entrega del producto a los clientes o centros de distribución

Características del transporte

- Exceso de equipo para transportar materiales en montacargas.
- Demasiados sitios de almacenamiento.
- Exceso de estantes o racks para materiales.
- Mala administración de los inventarios.
- Inadecuado diseño y aprovechamiento de las instalaciones
- Demasiado personal para el transporte de materiales.
- Distancias largas entre procesos y almacenes

5. PROCESOS INNECESARIOS

Si bien dentro de la empresa podemos encontrar siempre muchos procesos bien estandarizados, estos no siempre agregan directamente valor para el cliente. Muchos de los trabajos son consecuencia de las necesidades del taller (como el cambio de un troquel de una empresa), de la calidad de la manufactura (como la inspección de un artículo antes de enviarlo a la siguiente estación) o de la mala planeación de las entregas (como desempacar la materia prima antes de iniciar la producción). El manejo adecuado de este tipo de desperdicios va desde su eliminación total, su combinación con otro proceso que si agregue valor, su reducción o hasta su simplificación. Los ingenieros de planta se refieren a este proceso como ECRS (eliminación, combinación, reducción, simplificación).

Características de los procesos innecesarios

- Presencia de cuellos de botella en el proceso.
- Falta de especificaciones necesarias por parte de algún cliente.
- Falta de equipos con dispositivos a prueba de errores
- Algunas estaciones permanecen detenidas mientras se hace trabajo administrativo.

6. ESPERA

Esta muda se refiere al tiempo que se pierde cuando un operador espera a que su máquina termine su trabajo, cuando las máquinas se detienen en espera de que el operador haga algún ajuste, o incluso cuando tanto el operador como la máquina están en espera de materiales, herramientas o instrucciones. Todo esto implica un consumo de tiempo que no agrega valor, y constituye el más común de todos los desperdicios en la industria

Característica de la espera

- El operador espera a que la máquina termine su ciclo de procesamiento.
- La máquina espera a que el operador termine su ciclo.

- Los tiempos necesarios para el cambio de un producto o la preparación de alguna máquina obligan a esperar a la gente.
- Un operador espera a otro operario para poder empezar o terminar su trabajo.
- El operario y la máquina están en espera de instrucciones, de un programa o de materiales.
- Despreocupación por las fallas de los equipos.

7. MOVIMIENTOS INNECESARIOS DEL TRABAJADOR

Esta muda se refiere al traslado de personas de un punto a otro en su lugar de trabajo en toda la empresa, sin que ello sea indispensable para aportar valor al producto y sin que contribuya a la transformación o beneficios del cliente. Si observamos con cuidado cada ciclo del trabajador, encontramos fácilmente este tipo de desperdicio: si contamos sus pasos o seguimos sus rutas (algo a lo que no estamos acostumbrados), descubrimos que muchas veces el trabajador camina más de lo necesario. Otro ejemplo muy común de este desperdicio son las búsquedas de herramientas, materiales o información. Todos esos movimientos, además de los indispensables para el cliente, toman tiempo y, por ende reduce la productividad de los procesos.

Características de los movimientos innecesarios del trabajador

- Se emplea muchos tiempo en localizar herramientas.
- Se realizan movimientos innecesarios al agacharse o caminar.
- Se realizan esfuerzos para alcanzar las herramientas o materiales en cada ciclo de trabajo.

1.2.3 OTROS GRANDES DESPERDICIOS

Además de los siete grandes grupos de desperdicios propuestos por Toyota, es importante presentar otros cuya detección también puede ser de utilidad en los negocios, ya sean industriales o de servicios.

- Desperdicio de energía (sea ésta electricidad, combustibles o vapor).
- Gastos excesivos por falta de liderazgo y control.

- Mala administración financiera.
- Desperdicio en el diseño: se elaboran productos que cuentan con más funciones de las necesarias.
- Mala comunicación.
- Desperdicio de talento.
- Políticas erróneas u obsoletas.

1.3 MAPEO DEL VALOR

Los mapas de valor se utilizan para conocer a fondo el proceso tanto dentro de la planta como en la cadena de suministro. (Socconini 2008)

Esta herramienta ha permitido entender completamente el flujo y, principalmente, detectar las actividades que no agregan valor al proceso; además, ha sido uno de los pilares para establecer planes de mejora con un objetivo y un enfoque muy precisos.

Como punto de partida, establezcamos algunos aspectos de las operaciones que debemos contestar al realizar un mapa de valor.

1. ¿Cuál es la capacidad del sistema de producción?
2. ¿Cuál es el cuello de botella?
3. ¿Cuál es la velocidad a la que compra el cliente?
4. ¿Cuál es el porcentaje de capacidad disponible?
5. ¿Nuestras restricciones son internas o externas?
6. ¿Cuáles son las limitantes para las metas de nuestro negocio?
7. ¿Cómo diseñaremos nuestro sistema para cumplir los compromisos?

El análisis de valor puede aportar información muy valiosa para responder a estas preguntas y, sobre todo, para diseñar un sistema que se adapte a las fluctuaciones de la demanda, dadas las cambiantes necesidades del cliente.

1.3.1 DEFINICIÓN

Un mapa de valor es una representación gráfica de elementos de producción e información que permite conocer y documentar el estado actual y futuro de un proceso, es la base para el análisis del valor que se aporta al producto o servicio, y es la fuente del conocimiento de las restricciones reales de una empresa, ya que permite visualizar en dónde se encuentra el valor y en dónde el desperdicio.

En el mapa de valor podemos observar y entender el flujo de la información y el flujo de los materiales, ya que una empresa de manufactura no sólo fabrica bienes, sino que también produce información.

1.3.2. ¿QUÉ ES UNA CADENA DE VALOR?

Son todas las operaciones que transforman productos de la misma familia y son necesarias para ofrecerle al cliente un producto desde el concepto o diseño, hasta a producción y el envío. En una cadena de valor existen elementos tangibles e intangibles, como equipo, personas, materiales, métodos, conocimiento, habilidades diversas, energía, etcétera.

El mapeo de la cadena consiste en ver plasmados todos esos elementos en un dibujo para entenderlos y mejorarlos, y no sólo en saber que existen.

1.4 SMED

1.4.1 BREVE HISTORIA

El ingeniero Taiichi Ohno, director jefe de producción de Toyota, analizó como trabaja la industria automotriz estadounidense, en la que contaban con muchas prensas para fabricar diversos modelos y no tener que cambiar los moldes, pues en algunos casos el cambio tomaba más de 24 horas. En Toyota tenían un número limitado de prensas y el reto era fabricar una amplia gama de vehículos con un número menor de equipos. Para ello contrataron al ingeniero Shingeo Shingo como consultor, y para 1970 estaba realizando cambios de prensas de más 1000 toneladas en casi tres minutos. (Socconini 2008)

1.4.2 ¿QUÉ ES EL SMED?

SMED es un acrónimo de los términos en lengua inglesa “Single Minute Exchange of Die”, cuya definición es “cambio de útiles en pocos minutos”. Este concepto introduce la idea de que en general cualquier cambio de máquina o inicialización de proceso debería durar no más de 10 minutos, de ahí la frase single minute (expresar los minutos en un solo dígito).(Cruelles s.f.)

Las técnicas SMED tienen como meta reducir drásticamente los tiempos de cambio de útiles, las preparaciones de máquinas y líneas de producción, posibilitando hacer lotes más pequeños de tamaño.

La implementación efectiva solo es posible cuando se comprenda en profundidad el alcance completo de estas técnicas. Para ello deben darse las siguientes condiciones fundamentales:

- Tomar conciencia de la importancia que tiene para la empresa y sus actividades, la disminución de los tiempos de preparación.
- Concienciar de la problemática a los empleados, y prepararlos mediante capacitación y el entrenamiento, a los efectos de incrementar la productividad y reducir los costes mediante la reducción en los tiempos de preparación, eliminando la creencia sobre la imposibilidad de conseguir este objetivo.
- Dar importancia clave a la reducción de los tiempos, tanto de preparación, como de proceso global de la operación productiva, dado sus notorios efectos sobre la productividad, costos, cumpliendo de plazos y niveles de satisfacción.

Se debe señalar que no se puede alcanzar el rango de “menos de diez minutos” para todo tipo de preparaciones de máquinas, pero la aplicación de las técnicas SMED reducirá notablemente los tiempos de cambio y preparación en todos los casos.

Sin SMED no hay manufactura ágil posible. Si los tiempos de cambio de máquina no son lo suficientemente bajos, la empresa solo podrá hacer rentables sus lotes de fabricación si estos son grandes; y cuando los lotes son grandes la manufactura no puede ser ágil.

1.4.3 CONVENIENCIA DEL SMED

Actualmente los clientes desean una amplia variedad de productos, en cantidades limitadas y en un plazo reducido. Esperan elevada calidad, buen precio y entregas rápidas (calidad, coste y plazo). Para empresas que quieren incrementar su flexibilidad y al mismo tiempo disminuir sus niveles de stock, resulta crítico reducir al mínimo los tiempos, tanto para los cambios de herramientas como para las preparaciones. Eliminar el concepto de lote de fabricación, reduciendo al máximo el tiempo de preparación de máquinas y de materiales, es en esencia la filosofía SMED.(Cruelles s.f.)

El SMED ayuda a las empresas a satisfacer todas estas necesidades con menos despilfarro haciendo efectiva, en costes, la producción de artículos en pequeñas cantidades o lotes. Numerosas empresas producen artículos en grandes lotes simplemente porque los tiempos de cambio de útiles y preparación de las máquinas hacen demasiado costoso cambiar frecuentemente de serie de producto.

La producción en grandes lotes tiene varias desventajas:

- Despilfarro de stocks: el almacenaje de lo que no se vende cuesta dinero e inmoviliza recursos de la empresa sin añadir valor al producto.
- Retraso: los clientes deben esperar a que la empresa produzca lotes enteros en lugar de fabricar las cantidades necesarias para cada momento.
- Declinación de la calidad: el almacenaje de productos no vendidos aumenta las posibilidades de que dichos artículos se estropeen o sufran daños, lo que aumenta los costes.

La aplicación de las técnicas SMED cambia radicalmente el sistema de producción de cualquier empresa. Cuando el cambio de útiles puede hacerse de manera rápida, se realizaran siempre que sea necesario. Esto significa que las empresas pueden producir en pequeños lotes obteniendo las siguientes ventajas:

- Flexibilidad: las empresas pueden satisfacer las cambiantes demandas de los clientes sin necesidad de mantener grandes stock.

- Entregas rápidas: la producción en pequeños lotes significa plazos de fabricación más cortos y menos tiempos de espera para todos los clientes.
- Productividad más elevada: los tiempos de preparación y cambios de útiles más cortos reducen los tiempos de parada de los equipos, lo que eleva la tasa de productividad

1.4.4 ¿CUÁNDO SE UTILIZA SMED?

SMED se utiliza cuando necesitamos reducir los tiempos de ciclo aprovechando al máximo el tiempo disponible para producir y utilizando menos tiempo para cambiar herramientas.

Las siguientes son algunas de las utilidades de SMED:

- Hace posible fabricar gran variedad de productos.
- Aumenta la capacidad de producción.
- Permite producir una mayor variedad de productos.
- Reduce las pérdidas de material.
- Incrementa el número de cambios.
- Reduce el tamaño de los lotes.
- Disminuye los niveles de inventario.
- Reduce tiempo de entrega.
- Incrementa la flexibilidad para responder a las demandas de los clientes.
- Aumenta el tiempo de respuesta al cliente.
- Minimiza el tiempo perdido durante el cambio.

1.4.5 ¿CUÁNTO TIEMPO TOMA IMPLEMENTAR SMED?

Cuando se realiza en un evento kaizen puede tomar entre tres y cinco días, más uno o dos meses para el seguimiento de las actividades.

1.4.6 PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR SMED

Antes de realizar el evento kaizen (uno a dos meses)

- Realice un mapa de la cadena de valor (VSM) y utilícelo para determinar si la máquina es un cuello de botella. Determine el impacto de hacer un evento

kaizen ya que las máquinas que tienen tiempos largos de cambio no siempre son las que tienen mejores oportunidades para mejorar, especialmente si no son cuellos de botella.

- Establezca el equipo o máquina en la que debe enfocarse dada la oportunidad que ha encontrado para mejorar el tiempo de cambio. Esto es importante ya que le permitirá obtener grandes mejoras en esa máquina o equipo.
- Establezca un equipo multidisciplinario de personas de diversas áreas, como operadores de producción, calidad, mantenimiento, etcétera.
- Revise el programa de producción para establecer una fecha inicio del evento kaizen.
- Establezca una agenda para el evento y distribúyala entre todos los miembros del equipo.
- Consiga una cámara de video.
- Realice una introducción al tema de cambios rápidos para el personal que integra el equipo kaizen.

Durante el evento kaizen

Durante el evento kaizen se realizan los siguientes pasos para mejorar los tiempos de cambio:

1. Observar y medir el tiempo total de cambio.
2. Separar las actividades internas de las externas.
3. Convertir actividades internas en externas y mover actividades externas fuera del paro.
4. Eliminar desperdicio de actividades internas.
5. Eliminar desperdicio de las actividades externas.
6. Estandarizar y mantener el nuevo procedimiento.

1. Observar y medir el tiempo total de cambio.

En esta fase el equipo **kaizen** observará detalladamente un cambio. Uno de los miembros del equipo grabará en video la secuencia completa, incluyendo

movimientos de las personas y movimientos de las manos de los operadores o del personal que esté realizando el cambio de producto. El resto del equipo buscará oportunidades de mejora.

Es muy importante que se tome el tiempo de cambio, accionando el cronómetro cuando salga el último producto bueno de la corrida anterior y parándolo hasta que salga el primer producto bueno de la siguiente corrida.

Guía para el video

- Identificar claramente a todos los que estén involucrados en el cambio.
- Respetar los deseos de quienes no quiere ser filmados.
- Grabar una visión panorámica de todo el proceso.
- Filmar movimientos manuales, la obtención de los herramientas y las interacciones con otros procesos.
- Acercarse lo suficiente para captar las actividades manuales.
- De ser posible, aplicar la función ver hora y fecha.
- Usar grabadora de voces para obtener detalles.
- Editar el video con los involucrados lo antes posible.
- Calendarizar reuniones para revisar el video.

2. Separar las actividades internas de las externas.

Cuando las actividades se pueden realizar antes o después del paro, se clasificarán como actividades externas. Cuando la máquina tenga que estar detenida para desarrollar las actividades, entonces éstas se clasificarán como internas.

3. Convertir actividades internas en externas y mover actividades externas fuera del paro.

En este paso se analizará cuáles actividades que se realizan durante el paro se podrán simplificar o mejorar. Para ello se presenta la siguiente guía.

Actividades comunes en un cambio

- Tener a la mano las herramientas necesarias para el cambio.
- Comunicar la necesidad de cambio.
- El operador debe tener comunicación con el supervisor.
- Hacer inspecciones y papeleo para el cambio.
- Contactar al personal encargado del cambio cuando se pare la producción y esperar a que llegue.

Actividades sugeridas para este paso

- Mantener las herramientas cerca o en un carrito de cambio.
- Implementar un sistema andón para comunicar que se realizará un cambio.
- Estandarizar roles en las operaciones para cada miembro del equipo.
- Esperar hasta que esté corriendo la actividad para iniciar el papeleo.
- Llevar a cabo un plan de cambios, contactar al personal de cambios antes de que la producción se detenga y capacitar a los operadores para realizar sus propios cambios.

4. Eliminar desperdicio de actividades internas.

- Utilizar herramientas de acción rápida para reducir el cambio de partes.
- Reducir la necesidad de ir a cada extremo de la máquina mediante el trabajo en equipo.
- Diseñar partes estándar para eliminar cambios de partes.
- Reubicar partes y materiales para reducir actividades como caminar o buscar.

Medios tradicionales en este paso:

- Uso de rondanas y tuercas.
- Uso de herramientas manuales (llaves, desarmador, etcétera.).
- Uso de tornillos largos.
- Ajuste manual del centro.
- Ajuste manual de posicionamiento frente atrás.

- Ajustes manuales.
- Ajustes manuales de temperatura y velocidad (usando prueba y error).
- Reseteo manual de botones para equipo automatizado.

Métodos propuestos para este paso:

- Usar menos tornillos y tuercas.
- Usar herramientas neumáticas.
- Usar tuercas de una sola vuelta.
- Usar pines y guías para centrar.
- Usar topes para asegurar posición.
- Usar tiras con medidas para medir posicionamientos.
- Establecer temperatura y velocidad a un estándar predeterminado.
- Mover los controles cerca de los operadores para establecer instantáneamente.

Es muy importante documentar el recorrido durante el cambio para determinar el efecto de las propuestas. Para ello es conveniente realizar un diagrama de *spaghetti*.

5. Eliminar desperdicio de las actividades externas.

- Reducir el papeleo para eliminar desperdicio en actividades externas.
- Reubicar almacenaje para reducir el tiempo de traslado y movimientos.
- Utilizar listas de verificación para mejorar la eficiencia y la presión.

Situación actual:

- Se guardan herramientas en un área central de almacenamiento.
- Se buscan los materiales necesarios para hacer un cambio.
- Se hacen actividades sin coordinación antes de que lleve a cabo el cambio.

Situación sugerida:

- Guardar herramientas en un área local cerca del equipo en que se van a utilizar, acomodadas en el orden en que se van a utilizar.
- Asegurar que se proporcionen los materiales adecuados en todas las áreas de la planta.
- Usar una lista de verificación para tener una preparación estandarizada.

6. Estandarizar y mantener el nuevo procedimiento.

En la última etapa de la mejora se debe establecer procedimiento o instructivo muy claro y sencillo para realizar el cambio, así como una lista de verificación para asegurar que los logros obtenidos en la aplicación de la metodología se mantengan consistentemente.

- Documentar los procedimientos de cambio mejorados.
- Mantener comunicación con todos los involucrados.
- Capacitar a las personas involucradas en el cambio.
- Poner instrucciones de trabajo estandarizado en los lugares de trabajo.
- Establecer una meta para los cambios.
- Medir, publicar y rastrear los tiempos de cambio.

1.4.7 HERRAMIENTAS CONCEPTOS ÚTILES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

1. Las 5's son una herramienta esencial para facilitar las actividades de mejora en un cambio de producto.
2. Analice a fondo los elementos de sujeción y trate de estandarizar tornillos, tuercas y rondanas.
3. Estudie el uso de las herramientas y estandarícelo.
4. Recuerde que en la sujeción por medio de tornillos lo importante no es el número de vueltas, ya que el apriete radica sólo en la última vuelta del tornillo. Por ello procure tener tornillos del largo estrictamente necesario.
5. En la medida de lo posible, cambie tuercas por *clamps* o abrazaderas para permitir sujeciones inmediatas.
6. Utilice guías y aditamentos (*mixtures*) tanto como sea posible.

7. Estandarice todas las actividades y documéntelas en hojas de verificación.
8. Utilice conectores fáciles y rápidos tanto como sea posible.
9. Utilice códigos de colores para distinguir elementos de cambio y lograr rápidos acoples o búsquedas.
10. Organice las herramientas en el orden en que se van a utilizar y manténgalas cerca.

1.5 LAS 5'S

1.5.2 DEFINICIÓN

La 5 s constituyen una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra implementando cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, para así mantener sus beneficios en el largo plazo.(Socconini 2008)

Se dice que si en una empresa no ha funcionado la implementación de las 5 S, cualquier otro sistema de mejoramiento de los procesos está destinado a fracasar.

Esto se debe a que no se requiere tecnología ni conocimientos especiales para implementarlas, sólo disciplina y autocontrol por parte de cada uno de los miembros de la organización. Este autocontrol organizacional adquirido en cinco etapas será el cimiento de sistemas más complejos, de mayor tecnología y mayor inversión.

Un programa de 5 ´s se construye mediante el desarrollo de las siguientes etapas:

Seiri (Seleccionar): Consiste en retirar de nuestro lugar de trabajo todos los artículos que no son necesarios.

Seiton (Organizar): Consiste en ordenar los artículos que necesitamos para nuestro trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y regreso al mismo lugar después de usarla.

Seiso (Limpiar): Consiste básicamente en eliminar la suciedad y evitar ensuciar, siempre con la idea en mente de que al limpiar, también estaremos inspeccionando lo que limpiamos.

Seiketsu (Estandarizar): Consiste en lograr que los procedimientos, prácticas y actividades logradas en las tres primeras etapas se ejecuten consistentemente y de manera regular para asegurar que la *selección, la organización y la limpieza* se mantenga en las áreas de trabajo.

Shitsuke (Seguimiento): Consistente en convertir en un hábito las actividades de las 5 ´s, manteniendo correctamente los procesos generados por mediante el compromiso de todos, así participando en los eventos kaizen que resultan de las necesidades de mejora surgidas en el lugar de trabajo.

1.5.3 ¿PARA QUÉ SE IMPLEMENTA LAS 5 ´S?

Un programa de 5 s´ nos ayuda a mejorar la limpieza, la organización y el uso de nuestras áreas de trabajo. Con esto conseguimos:

- Aprovechar mejorar nuestros recursos, en especial a nuestro tiempo.
- Hacer visibles y evidentes anomalías y problemas
- Gozar de un ambiente de trabajo más seguro y placentero
- Implementar nuestra capacidad de producir más artículos de mejor calidad.
- Tener un lugar presentable ante nuestros clientes.

1.6 TRABAJO ESTANDAR

1.6.1 DEFINICIÓN

El trabajo estándar tiene su fundamento en la excelencia operacional. Sin el trabajo estandarizado no se puede garantizar que en las operaciones siempre se elaboren los productos de la misma manera. El trabajo estandarizado hace posible aplicar los elementos de Lean Manufacturing ya que define de la manera más eficiente los métodos de trabajo para lograr la mejor calidad y los costos más bajos.(Socconini 2008)

Para entender el trabajo estándar no hace falta más que observar (midiendo) el trabajo de los operadores. El estándar se compone de tres elementos:

- Tiempo takt (rapidez de la demanda).
- Secuencia estándar de los operarios.
- Inventario estándar en el proceso.

1.6.2 ¿PARA QUÉ SE IMPLEMENTA EL TRABAJO ESTÁNDAR?

Al estandarizar las operaciones se establece la línea base para evaluar y administrar los procesos y evaluar su desempeño, lo cual será el fundamento de las mejoras. La documentación del trabajo estándar sirve para lo siguiente:

- Asegura la secuencia de las acciones del operador sea repetible.
- Apoya el control visual, creando un ambiente para detectar anomalías fácilmente.
- Ofrece una ayuda para comparar la documentación con los procesos actuales.
- Es una herramienta para iniciar acciones de mejora.
- Facilita el método de documentación de las mejoras.
- Establece un banco invaluable de información que se puede consultar la información cuando es necesario.
- Ayuda a tener un alto nivel de respetabilidad.
- Asegura operaciones más seguras y efectivas.
- Mejora la productividad.
- Ayuda al balanceo de ciclo de todas las operaciones de acuerdo con el tiempo del ciclo takt.
- Reduce la curva de aprendizaje de los operadores.

1.6.3 ¿CUÁNDO SE UTILIZA EL TRABAJO ESTÁNDAR?

La documentación de la operaciones estándar se utiliza desde que se tiene información relevante de los procesos, como los tiempos de operaciones, cuando se requiere conocer la secuencia de las operaciones y su relación con el tiempo takt y una vez que se ha mejorado el proceso para documentar los nuevos métodos establecidos y para capacitar al personal en su nuevo puesto.

2.ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

2.1 HISTORIA DE LA EMPRESA

Soler y Palau S.A de C.V es una empresa especializada en ventilación, tanto a nivel industrial como doméstico y como especialistas en ventilación, ponen sus conocimientos al servicio de clientes y prescriptores.(Soler y Palau México s.f.)

Los productos S&P están certificados por diferentes Institutos Independientes tales como: VDE, UTE, DEMKO, SEMKO, CTCIM, LGAI.

Desde sus inicios hubo una clara visión de que el futuro dependía de la expansión exterior, inicialmente hacia Europa.

S&P fue creada en la localidad de Ripoll (Girona) España, en 1951 por los ingenieros Eduard Soler y Josep Palau. En estos primeros años de historia de la empresa, han trabajado con firmeza y determinación para conseguir que Soler &Palau Ventilation Group sobrepase sus fronteras y alcance una dimensión global.

En su estrategia corporativa, especifica cómo quieren posicionarse en el mercado y el camino a seguir para alcanzar los objetivos sin dejar de lado los valores de una cultura empresarial. Apoyándose en los pilares del Trabajo en Equipo, Proximidad y Respeto a la Diversidad individual, se ha proyectado la empresa para estar presente internacionalmente aplicando políticas locales bajo el paraguas de una filosofía global.

La solidez de los resultados permite autofinanciarse e invertir de forma constante para ser pioneros en la investigación, desarrollo e innovación. Lograr anticiparse a las necesidades de un mercado en constante evolución, incorporando al catálogo nuevos productos y soluciones de ventilación, basadas en la eficiencia y el ahorro energético.

2.2 SOLER Y PALAU EN EL MUNDO

Desde sus inicios, Soler &Palau, experimentó un crecimiento constante. Éste repercutió en la ampliación de las instalaciones originales y, posteriormente, en la

implantación de filiales en todo el mundo y la adquisición de otras empresas. Nuestra filosofía global y una política de proximidad son algunas de las claves de nuestro éxito. Porque nadie conoce mejor los mercados locales y sus necesidades como los profesionales que tienen el contacto directo.(Soler y Palau México s.f.)

Para estar cerca de nuestros clientes, disponemos de factorías, filiales comerciales y distribuidores en los cinco continentes (ver ilustración 1). Nuestra organización se divide en 4 áreas: Europa, con presencia directa en todos los países, Norteamérica con presencia en México y los estados de Florida y Wisconsin en Estados Unidos, Latinoamérica con Brasil, Chile y Colombia, Asia, con filiales en Malasia, Shanghai, Wuhan, Tailandia, Singapur, Pekín, Guangzhou, Hong Kong, Indonesia, Taiwán, Corea, India, Filipinas, Vietnam y los Emiratos Árabes y Australia con filial en Sidney.

Soler &Palau Ventilation Group posee factorías en España (Ripoll, Sils, Torelló y Madrid) Francia, Inglaterra, Noruega, México, Brasil, EE.UU., China (Shanghái y Guangzhou), Singapur, Tailandia, Malasia, e India.



Ilustración 1 Soler y Palau en el Mundo Fuente: S y P

Entendiendo la investigación y el desarrollo como una fuente de ventaja competitiva, S&P ha desarrollado una gama de producto con más de 10.000 referencias, adecuada a todas las necesidades del mercado. Nuestra oferta abarca edificios Industriales, edificios residenciales, sector terciario, procesos Industriales y OEMs.

Tras más 60 años, más de 90 países en todo el mundo cuentan con los servicios y la atención de S&P.

2.3 LOCALIZACION

La factoría existente en México se encuentra ubicada en Boulevard A-15, Parque Industrial Puebla 2000, Joaquín Colombres, Código Postal 72310 Puebla, Pue. Ver ilustración 2 y 3.

La empresa actualmente cuenta con tres naves, en la principal se procesan la mayoría de los materiales necesarios para los equipos, la nave nueva se encuentran celdas de ensamble y almacén de maquilas, la nave de producto terminado se encuentra al cruzar la calle.

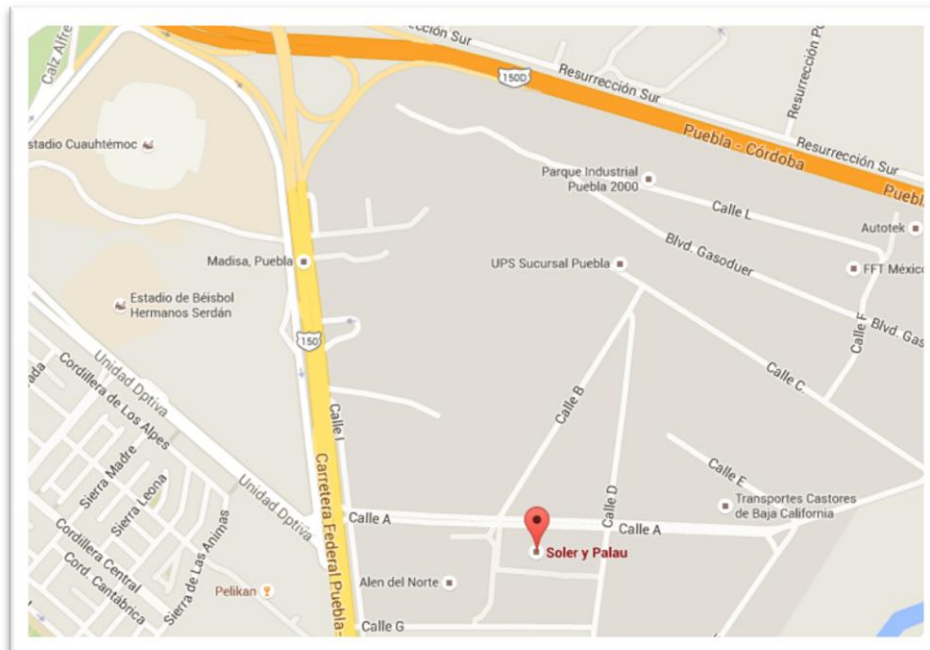


Ilustración 2 Ubicación planta México. Fuente: Google Maps



Ilustración 3 Instalaciones planta Puebla. Fuente S y P

2.4 FILOSOFIA DE LA COMPAÑÍA

En Soler&Palau trabajan para llegar a ser reconocidos por sus clientes y colaboradores como líder mundial en ventilación.

Las bases filosóficas sobre las que S&P se basa son:

- **INTERNACIONALIZACIÓN Y CRECIMIENTO:** desde sus inicios en 1951, la estrategia de la empresa ha sido la constante inversión en nuevos productos y la creciente expansión en el mercado global.
- **TECNOLOGÍA PROPIA:** el espíritu de mejora lleva a la empresa a ser pioneros en la investigación, desarrollo e innovación de productos
- **AUTOFINANCIACIÓN:** como factor clave de una independencia y solidez financiera
- **EXCELENCIA EN LA GESTIÓN:** con dedicación, honestidad, autoexigencia y empeño por hacer bien las cosas, la empresa se compromete a lograr los niveles de calidad y servicio requeridos por cada uno de los clientes.
- **DESARROLLO DE LAS PERSONAS:** el factor humano es la clave del éxito. El camino realizado hasta hoy, no ha sido fácil. En Soler & Palau Ventilation

Group se ha primado siempre el trabajo en equipo, la formación y la promoción interna.

Entrando ya en la segunda década del Siglo XXI, desarrollando y mejorando herramientas de gestión (evaluación del desempeño, formación continua, comunicación interdepartamental, código de conducta interno, etc.) se buscar consolidar en el futuro inmediato los siguientes objetivos:

- Inculcar en los mandos la delegación de responsabilidades y el respeto por el individuo (Empowerment).
- Gestionar activamente la aportación y transmisión de ideas y proyectos entre las diferentes unidades de negocio del Grupo (Best Practices).
- Lograr, utilizando como palanca principal el ejemplo, la identificación de todos los componentes del equipo con los valores de la empresa y su implicación en el desarrollo de la visión y misión.
- Detectar, promocionar y retener el talento

2.5 MARCA SOLER Y PALAU

La marca S&P ha alcanzado reconocimiento mundial gracias a su equipo humano, a la calidad, fiabilidad y a una férrea apuesta por la innovación.

Soler & Palau Ventilation Group ha basado su proyecto en una serie de preceptos que han pautado el pasado, presente y futuro de la empresa:

- **TECNOLOGÍA PROPIA:** Si el proyecto de S&P debía ser fuerte y consolidarse en el tiempo, era necesario basarse en la creatividad y aportar productos diferenciales, evitando imitar lo que hacían los demás. S&P ha registrado, a lo largo de su historia, 80 patentes propias, más de 20 modelos industriales y más de 120 modelos de utilidad.
- **INTERNACIONALIZACIÓN Y CRECIMIENTO:** S&P tuvo claro que la garantía de futuro de la empresa pasaba por abrirse al mundo y entrar en nuevos mercados con elevados niveles de competitividad. Ello obligaba a una constante mejora del producto. Actualmente S&P es un líder mundial en ventilación, con centros productivos en Europa, América y Asia. Una potente

estructura de distribución, mediante filiales y distribuidores exclusivos, permite que S&P esté presente en todos los mercados mundiales, dando cobertura y servicio.

- **AUTOFINANCIACIÓN:** Una de las fortalezas de S&P ha sido el crecimiento constante y la política de reinversión de beneficios, tanto en el campo de investigación como de producción y comercialización. Esto ha permitido que S&P sea una empresa autofinanciada, lo que le proporciona una total independencia en la toma de decisiones.

2.6 MISIÓN

Trabajamos para llegar a ser reconocidos por nuestros clientes y colaboradores como líder mundial en ventilación.

2.7 VISIÓN

En el grupo Soler y Palau queremos ser líderes en el mercado de la ventilación creciendo ordenadamente con el compromiso de nuestro equipo humano.

2.8 POLÍTICA DE CALIDAD

Suministrar equipos de movimiento de aire, cumpliendo con los requisitos, expectativas del cliente y las normas de calidad nacional e internacionales aplicables, fomentando la mejora continua al sistema de calidad, los procesos y los productos.

2.9 CALIDAD, EL CAMINO QUE NOS LLEVA AL ÉXITO

En Soler & Palau Ventilation Group somos conscientes de que la calidad es garantía de éxito, por ello está definida como una cuestión de principios. Soler & Palau fue en 1989 la primera empresa española homologada por AE-NOR. Actualmente todos los centros productivos del Grupo están certificados ISO-9001. Asimismo, se han homologado sistemas de calidad para gamas de producto con ejecuciones especiales: Alta temperatura, ATEX y otros.

Desde el año 1992 el Laboratorio de Aerotécnica de Soler & Palau Ventilation Group está acreditado por ENAC para la realización de los ensayos de ventiladores en características, ruido y vibraciones de acuerdo a la norma ISO/IEC 17025. En la

actualidad nuestro Laboratorio está acreditado a nivel internacional por el organismo ILAC-MIRA.

Y es que somos lo que hacemos. Pero también cómo lo hacemos. Por ello, en Soler & Palau nos enorgullece que la calidad sea uno de los pilares básicos en los que se sustenta nuestra compañía. El motor que aporta aire fresco al sector de la ventilación.

2.9 CATALOGO DE PRODUCTOS

En la planta se procesan una gran cantidad de modelos diferentes de equipos de ventilación, cada uno de ellos responde a necesidades diferentes por parte del cliente. Se tienen clasificados cada uno de estos equipos en divisiones que a continuación se enlistan así como algunos ejemplos de ventiladores:

2.9.1 LÍNEA HÁBITAT



Ilustración 4 VENTILADOR TDH. Fuente: S y P

TDH Extractores Helicocentrífugos de Tejado. Este equipo es ideal para finalizaciones de techo en sistemas con amplias longitudes de ducto que esté protegido para condiciones exteriores salas de juntas, escuelas, bares, locales comerciales, etc.



Ilustración 5 VENTILADOR TD. Fuente: S y P

TD-SILENT Ventiladores helicocentrífugos de bajo perfil, extremadamente silenciosos, fabricados en material plástico, con recubrimiento interno que direcciona las ondas sonoras y aislamiento fonoabsorbente

2.9.2 LÍNEA COMERCIAL



Ilustración 6 VENTILADOR
CCK. Fuente: S y P

CCK Cajas de Ventilación Compacta. Unidades de ventilación en descarga horizontal diseñadas para la inyección de aire limpio. Las principales aplicaciones son: inyección de aire limpio, presurización, ventilación en locales comerciales, salas de juntas, centros comerciales.



Ilustración 7 VENTILADOR
CRV. Fuente: S y P

CRV Centrífugos de Tejado y Pared. Unidades de ventilación en descarga Vertical. Extracción de aire para cocinas industriales o comerciales, en donde la concentración de grasas en el aire a extraer es elevada



Ilustración 8 VENTILADOR
CEB-T. Fuente: S y P

CEB-T Centrífugos. Instalaciones en sistemas de ventilación, extracción, calefacción y acondicionamiento de aire. Impulsión de aire dentro de conductos, refrigeración de máquinas industriales, etc.

2.9.3 LÍNEA INDUSTRIAL

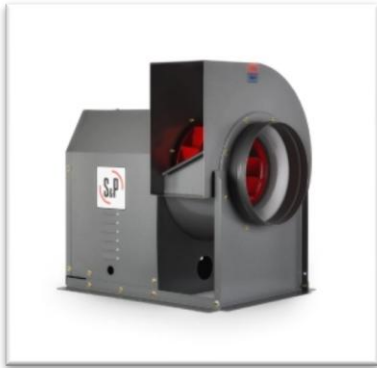


Ilustración 9 VENTILADOR
CMI. Fuente: S y P

CMI Ventiladores Gama Vent-Set. Ventiladores Centrifugos Alabes Atrasados Clase I. Ventilación comercial-industrial, procesos industriales, campanas de extracción, etc.



Ilustración 10 VENTILADOR
DAL. Fuente: S y P

DAL Unidades de Ventilación. Manejadoras de Enfriamiento Evaporativo. Inyección de aire acondicionado por medio de enfriamiento evaporativo, en centros comerciales, grandes superficies, auditorios, cines, salas de eventos, industria automotriz, textil, etc.



Ilustración 11 VENTILADOR
DAB. Fuente: S y P

DAB Ventiladores de Alabes Curvos Adelantados. Ventiladores Centrifugos Doble Aspiración con Bastidor. Diseño con base integral. Manejo de aire limpio en sistemas de acondicionamiento de aire, ventilación comercial, sistemas de manejadoras, manejadoras de filtración, aire lavado, etc.

2.9.4 LÍNEA OEM



Ilustración 12 VENTILADOR
DA.Fuente:S y P

DA Ventiladores Centrifugos Doble Aspiración.

Diseño compacto. Manejo de aire en sistemas de acondicionamiento de aire, ventilación comercial, sistemas de manejadoras, manejadoras de filtración, aire lavado, etc.



Ilustración 13 VENTILADOR
SA.Fuente:S y P

SA Ventiladores Centrifugos Simple Aspiración.

Inyección de aire limpio en sistemas de ventilación, para centros comerciales, escuelas, bodegas, etc.



Ilustración 14 VENTILADOR
VT.Fuente:S y P

VT Debido a su hélice de fundición de aluminio con álabes aerodinámicos de perfil sustentado tipo ala de gaviota, los equipos otorgan un flujo eficiente de aire, siendo ideales para los sistemas de ventilación forzada que se utilizan para la disipación de calor en los transformadores de potencia e intercambiadores de calor.

2.10 PROYECTOS DE APLICACIÓN

El grupo Soler &Palau ha realizado instalaciones en España, (Andalucía y Extremadura, Aragón, Astur-leonesa, Baleares, Canarias, Castilla, Catalunya, Centro, Galicia, Levante, Norte) Asia y América.(Soler y Palau México s.f.)

A continuación se presentan aquellos proyectos más representativos bien por su complejidad o por el interés cultural y/o social que desprenden:

- MUSEU D'ART CONTEMPORANI DE BARCELONA, ESPAÑA
- FORUM DE BARCELONA, ESPAÑA
- CIUDAD DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES. VALENCIA, ESPAÑA
- AEROPUERTO DE MADRID, TERMINAL T4. ESPAÑA
- ESTADIO F.C.BARCELONA "CAMP NOU". ESPAÑA
- MUSEU NACIONAL D'ART DE CATALUNYA. ESPAÑA
- HOTEL ALFONSO XIII SEVILLA, ESPAÑA
- EDIFICIO TELEFÓNICA, BARCELONA, ESPAÑA
- HOTEL RENAISSANCE MARRIOTT. TLEMEN, ALGERIA
- HOTEL AL HABTOOR. PALM JUMEIRAH DUBAI, EMIRATOS ÁRABES UNIDOS
- ZORLU CENTRE – COMPLEJO RESIDENCIAL Y DE NEGOCIOS. TURQUÍA
- CENTRO COMERCIAL IKEA. CAEN, FRANCIA
- HOTEL GRAN MELIÁ CANCÚN, MÉXICO
- CHINA LIFE TOWER PEQUÍN, CHINA
- PALACIO DE JUSTICIA. KUALA LUMPUR, MALAYSIA

2.11 CERTIFICACIONES

Existen varias a asociaciones nacionales e internacionales que aportan certificados y documentos que acreditan fehacientemente el correcto funcionamiento de distintas áreas y productos en las empresas.(Soler y Palau México s.f.)

Entre ellas encontramos La Asociación Española de Normalización y Certificación (Aenor), entidad dedicada al desarrollo de la normalización y la certificación (N+C) en todos los sectores industriales y de servicios. Otro organismo de carácter

internacional es La Organización Internacional de Normalización o ISO, organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación (tanto de productos como de servicios), comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica.

A continuación le mostramos los certificados que se han otorgado a Soler & Palau Ventilation Group:

- **ISO-9001 S&P SISTEMAS VENTILACION**
- **Certificado ISO 14001**
- **ISO 14001 IQNET-S&P**
- **CERTIFICATE DQS UL ISO 9001-2008**
- **Certificado Acreditación por ENAC**(Entidad Nacional de Acreditación s.f.)

ENAC es una organización declarada de utilidad pública, independiente y sin ánimo de lucro, auspiciada y tutelada por la Administración, que desarrolla su misión con una clara vocación de servicio público, dirigido tanto a la Administración como al mercado en general, garantizando que todas sus actuaciones se basan en principios de imparcialidad, independencia y transparencia, con un marcado carácter técnico, aportando valor a todos los agentes que tienen intereses en los distintos aspectos de la acreditación

Su misión es evaluar la competencia técnica de los organismos de evaluación de la conformidad- Laboratorios, Entidades de Inspección, de Certificación, Verificadores- para generar así confianza en sus actividades a la Administración, al mercado y a la sociedad en general.

De esta forma consigue que sus servicios estén reconocidos y aceptados nacional e internacionalmente, contribuyendo así a una mayor protección de las personas y del medioambiente y al aumento de la competitividad de los productos y servicios españoles.

➤ **Certificado Amca**

La norma ANSI/AMCA STANDARD 210, ANSI/ASHRAE STANDARD 51, establecen un método uniforme que se aplica a laboratorios de ensayos de ventiladores y otros dispositivos de movimiento de aire para determinar el performance aerodinámico, en términos de: caudal, presión, potencia, densidad del aire, velocidad de rotación y eficiencia.(Ortiz s.f.)

El laboratorio destinado a la Aerotécnica de Soler &Palau, ubicado en Puebla, México, es el primero en toda Latinoamérica en contar con la acreditación de AMCA, como laboratorio de pruebas.

➤ **Certificado LEED**

LEED es un programa de certificación independiente y es el punto de referencia al nivel nacional aceptado para el diseño, la construcción y la operación de construcciones y edificios sustentables de alto rendimiento. Desarrollado en el año 2000 por el U.S. Green Building Council (USGBC), el consejo de construcción sustentable al nivel nacional para los Estados Unidos, mediante un procedimiento consensual, LEED sirve como herramienta para construcciones de todo tipo y tamaño. La certificación LEED ofrece una validación por parte de terceros sobre las características sustentables de un proyecto.(U.S. Green Building Council s.f.)

2.12 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El proceso de repulsado se realiza mediante una máquina semi automatizada que varía el tiempo de proceso según el tamaño y características de la pieza a elaborar. Debido a la variedad de piezas que pasan por este proceso, se cuenta con muy poca disponibilidad de la máquina cuando se realizan piezas de gran tamaño ya que el tiempo de proceso es largo.

Se envía semanalmente el programa de producción a los encargados del área para llevar un control, dicho programa no se procesa conforma a la fecha que establece, sino más bien se adelanta con base a la disponibilidad de las piezas y el nivel de urgencia que presenten. Todo esto provoca que la máquina termine de procesar la

última pieza del modelo anterior y aún no se tenga conocimiento de que modelo es el que sigue.

El proceso de fabricación de un modelo, se realiza con lotes grandes para no realizar varios cambios de modelo y así aprovechar al máximo el tiempo que se dispone de la máquina. Todo esto ocasiona que los almacenes de producto en proceso estén llenos, ya que la demanda de consumo diario en la línea de ensamble es menor a la cantidad procesada.

Otro factor importante es el tiempo que se dedica a realizar un cambio de modelo, dependiendo de la pieza que sigue al proceso, el cual tardara hasta un máximo de 3 horas para completar el cambio causando los siguientes desperdicios:

- Grandes lotes de fabricación
- Inventario
- Mano de obra
- Baja eficiencia de la máquina

Anteriormente se había realizado un proyecto SMED en dicha área para lograr disminuir el tiempo de cambio de modelo, pero no se llegó a un impacto significativo para lograr aumentar la eficiencia de la máquina.

A continuación se enuncian las problemáticas a resolver durante el proyecto:

¿Cómo reducir el tiempo de cambio de modelo para aprovechar al máximo la maquinaria?

¿Se pueden producir lotes pequeños de producción para disminuir niveles de los inventarios?

2.13 JUSTIFICACIÓN

La herramienta de Manufactura Esbelta llamada SMED ayudara a disminuir el tiempo invertido en realizar el cambio de modelo, buscando estandarizar las actividades que realizan los operadores. Con esta implementación, se lograráeliminar el principal

cuello de botella de todo el proceso y llegar a un proceso más flexible que permita producir varios modelos con la misma maquinaria.

En la ilustración 15 se hace mención a la distribución del tiempo disponible de la máquina de rechazado y como se aprecia, se pierde demasiado tiempo del total en hacer ajuste y cambios en la máquina. Se busca aumentar el tiempo total disponible para procesar más piezas conforme a la demanda del siguiente proceso.

Actividad	Min
Tiempo total del turno	570
Paros planeados	-40
Tiempo promedio Set Up	-180
Ajustes de herramientas	-40
Ajustes de programa	-40
Tiempo total disponible	270

Ilustración 15 Efectividad máquina rechazadora. Fuente:
Sistema SyP

2.14 OBJETIVOS

Aplicar la herramienta SMED al área de rechazado (repulsado) para reducir el tiempo al realizar un cambio de modelo identificando mejoras que ayuden al proceso, aumentar el número de cambios al día, mantener inventarios mínimos y tener un proceso con flujo.

Objetivos particulares

- Establecer hojas de trabajo estándar para los involucrados en el cambio de modelo para garantizar la permanencia del nuevo método de trabajo.
- Lograr cambios de modelos rápidos y sencillos mediante la separación de actividades internas y externas.
- Tener un área organizada con solo los artículos necesarios, delimitando el área de trabajo.

- Inculcar en los trabajadores la cultura de SMED para un mejor resultado en la reducción de tiempo dando a conocer los resultados logrados y su impacto.
- Capacitar al personal sobre la metodología SMED al iniciar el proyecto para mantener la mente abierta a los cambios.
- Concluir el proyecto SMED en un periodo de 4 meses y comenzar a visualizar resultados de su aplicación.

2.15 PROCESO DE REPULSADO

El proyecto se realizó en el área de repulsado (rechazado) donde existen problemas derivados de cambio de modelo muy largos. A continuación se describirá en que consiste este proceso.

El rechazado es un proceso antiguo que implica la formación de piezas axisimétricas sobre un mandril, usando diversas herramientas y rodillos. Este proceso se parece algo al de conformar la arcilla en un torno de alfarero. El equipo que se usa en este proceso se parece a un torno, pero tiene características especiales. (Serope Kalpakjian 2002)

2.15.1 RECHAZADO CONVENCIONAL

En un rechazado convencional, una lámina bruta circular plana o preformada se sujeta contra un mandril y se hace girar, mientras que una herramienta rígida deforma y conforma al material sobre el mandril. La herramienta se puede activar manualmente o con un mecanismo hidráulico controlado por computadora. El proceso comprende una secuencia de pasadas y requiere de mucha destreza.

El rechazado convencional se adapta en especial para formas cónicas y curvilíneas, que de otro modo sería difícil o costoso producir. Los diámetros de las piezas pueden llegar hasta 6 m. aunque la mayor parte de los rechazados se hacen a temperatura ambiente, las piezas gruesas o los metales con gran resistencia o baja ductilidad requieren de rechazado a temperaturas elevadas.

La capacidad de formación por rechazado de un metal se define como la máxima reducción de espesor a la que puede someterse una pieza en el rechazado, sin que se rompa. Esta capacidad se relaciona con la reducción de área del material a la

tensión, al igual que la capacidad de flexión. Si un metal tiene una reducción de un 50% de área a la tensión (o mayor), su espesor se puede reducir hasta en un 80% sólo con un paso de rechazado. Los materiales con baja ductilidad se procesan a temperaturas elevadas.

2.15.2 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA RECHAZADORA

La máquina rechazadora modelo Z-130 como se muestra en la ilustración 16, es la que realiza múltiples formas a cada una de las piezas de los equipos de ventilación. Dicho proceso se lleva a cabo mediante un software instalado en un equipo de cómputo que permite mover y ajustar cada una de las componentes de la máquina, para lo cual se cuenta con un programa cnc para cada una de las piezas a procesar.



Ilustración 16 Máquina de rechazado. Fuente: fotografía.

Por cuestiones de confidencialidad hacia la empresa Soler y Palau solo se describirán de manera general las piezas que son procesadas en la Z-130, las cuales existen por cada modelo diferentes tamaños y se describen a continuación:

1. Piezas T-A

Las piezas T-A entran al proceso como un disco y al finalizar el proceso salen solo con la orilla redondeada. Para estas piezas se necesita usar todos los componentes de la máquina.

2. Piezas F-A

Estas piezas antes de pasar a este proceso se niblarán al centro, en la rechazadora se dará la forma curva según diseño. De igual forma se necesita emplear todos los componentes de la rechazadora.

3. Piezas E-MB

Estas piezas inicialmente son una lámina cuadrada a la que se le hará una forma de cuello al centro. En estas piezas solo se ocupa el molde, contrapunto y las herramientas de los brazos de la rechazadora.

4. Piezas D-OM

Inicialmente estas piezas son un disco de acero que la rechazadora les dará forma de media esfera. Para el proceso de rechazo se ocuparan todos los componentes de la máquina.

5. Piezas C-ON

Las piezas antes del proceso son discos de acero los cuales se moldearan con una forma semicircular dejando al centro un diámetro hueco. Para estas piezas solo se ocupara contrapunto, molde y herramientas de forma y corte en los brazos.

6. Piezas O-ID

Estas piezas son muy parecidas a las embocaduras a diferencia que son circulares y el diámetro del cuello es más ancho. No se ocupan todos los componentes de la máquina solo molde, contrapunto y herramental en los brazos.

2.15.3 COMPONENTES DE LA MÁQUINA RECHAZADORA

La máquina rechazadora está integrada por varias secciones o componentes, los cuales son aplicables para cada una de las piezas procesadas. A continuación se mostrarán cada uno de estos:

1. CHINO

Este componente se encarga de doblar la orilla de las tapas y ciertos modelos de faldones, está compuesta por una base móvil que se ajusta dependiendo de la pieza a procesar y cuando se encuentra en la posición exacta se atornilla a la parte superior de la máquina. En la parte frontal de este componente se encuentra la pieza de chino que puede desplazarse solo de forma vertical ajustándose al tope de la pieza a procesar, cuando está en la posición exacta a ocupar se atornilla para asegurar que no se desajustara. Ver ilustración 17.



Ilustración 17 Componente Chino. Fuente: fotografía.

2. APOYO DE CHAPA

La función de este componente es hacer que el material excedente de la pieza a procesar se corte con la cuchilla o bien sea doblado mediante el chino. En la parte superior se encuentran dos barras que se ajustan horizontalmente, cuenta con un pistón que se activa de forma automática cuando inicia el proceso. Para su fácil ajuste y por seguridad del operador se ocupa la grúa puente.



Ilustración 18 Apoyo de chapa. Fuente: fotografía.

3. CARRO

La función del componente llamado carro (ver ilustración 19) es la esencial para el formado de la pieza, cuenta con un cabezal que sostiene cuatro brazos que son los encargados de realizar el estirado del material conforme el molde. Conforme el molde de la pieza a rechazar se utilizara las herramientas en los brazos, pueden ser usadas desde solo una hasta en su totalidad los brazos. La base sobre la que se sostiene el cabezal se ajusta dependiendo del modelo, esta se encuentra sobre una placa de acero la cual tiene barrenos en 6 posiciones que son en las que se puede colocar el carro, cuando se ajusta en la posición a ocupar se atornilla a la placa mediante 6 a 8 tornillos. Para su movimiento se sujeta mediante dos cuerdas a una grúa puente y mediante esta se coloca en la posición necesaria.



Ilustración 19 Componente Carro. Fuente: fotografía.

4. CONTRAPUNTO

El contrapunto es el componente que cierra a la pieza contra el molde para que la herramienta pueda deformar la lámina, existe un molde para el contrapunto de cada pieza que se procesa el cual se mueve de una tarima hacia la máquina mediante una grúa viajera. Dicha pieza se ajusta de forma horizontal mediante un tornillo sin fin a la distancia requerida por el molde, se atornilla en la parte inferior a una placade acero para asegurar su correcto funcionamiento. El contrapunto se puede observar en la ilustración 20.



Ilustración 20 Componente Contrapunto. Fuente: fotografía.

5. MOLDE

En el molde como se muestra en la ilustración 21 es donde se coloca la lámina para que la herramienta pueda estirarla o formarla conforme a la pieza solicitada. Este componente debido a sus dimensiones físicas se ajusta en la máquina mediante cuerdas a una grúa viajera y se sujeta mediante cuatro tornillos especiales al cabezal.

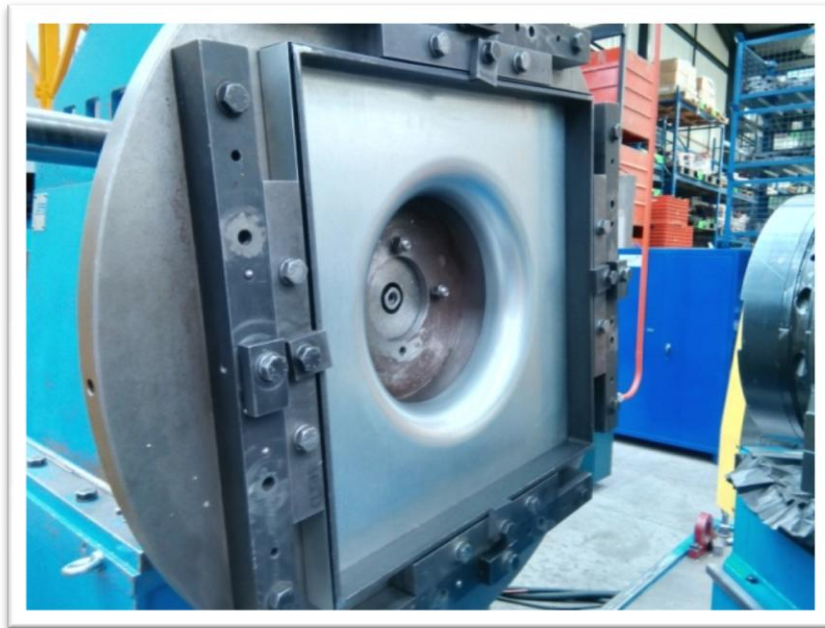


Ilustración 21 Componente Molde. Fuente: fotografía.

6. CUCHILLA

Como se muestra en la ilustración 22, este componente de la rechazadora consta de una cuchilla que corta el excedente de material que se genera al procesar tapas, faldones y domos. Cuando la rechazadora estira el material conforme gira el molde, la lámina se va haciendo más larga de su tamaño original y la cuchilla se encarga de cortar y dejar a la pieza al tamaño adecuado. Este componente consta de dos partes, la base de la cuchilla y la cuchilla de corte. La primera se ajusta verticalmente y la segunda horizontalmente para ajustarse a cada tamaño de molde, estos componentes se mueven sujetos a una grúa viajera debido a su peso y seguridad de los operadores.



Ilustración 22 Componente Cuchilla. Fuente: fotografía.

7. CENTRADOR

El centrador es usado en los moldes de tapas que son huecos y no tienen un disco sobresalido de diámetro menor al molde para sujetar la pieza a rechazar. El cual se ajusta verticalmente con la ayuda de la grúa viajera, en la parte superior tiene una pieza hueca de metal en la cual tiene dos barras que se mueven horizontalmente conforme a la pieza a procesar. Las barras de este componente (ilustración 23) se ajustan en el cambio de herramental de tal forma que centro del disco coincida con el centro del molde, cuando esté ajustado se aprietan los tornillos para fijar su posición.



Ilustración 23 Centrador. Fuente: fotografía.

3. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING AL ÁREA DE REPULSADO

3.1 CADENA DE VALOR

Existen en la filosofía Lean Manufacturing tres aspectos que agregan valor a un producto, los cuales son:

- Lo que el cliente está dispuesto a pagar
- Lo que lo transforma
- Que se haga bien y a la primera

El realizar un cambio de modelo no agrega valor al producto, lo que si le agrega valor es cuando la pieza esta puesta en el molde y comienza el proceso. En caso del cambio solo resta tiempo productivo a al tiempo disponible, reduciendo el número de piezas que se pueden procesar al día. La situación actual es procesar grandes lotes y llenar el almacén para tener piezas como stock de seguridad para cuando sean requeridas para poder liberar la carga de trabajo de la rechazadora y así lograr cumplir con las órdenes de producción urgentes.

En la ilustración 24 se muestra las piezas necesarias para ensamblar un ventilador extractor de aire, estas piezas tienen un proceso en común que es la rechazadora. En dicho proceso para hacer una pieza FA, TA O EMB se tiene que hacer cambio de herramental, para lo cual se invierte tiempo efectivo en el cual la máquina no procesa ninguna pieza. Para el ensamble de un solo equipo se necesita de tres piezas que no pueden ser procesadas al mismo tiempo en la rechazadora, además en dicha máquina se tienen que elaborar piezas para diferentes equipos dificultando la disponibilidad que se tiene.

En la ilustración 24 se muestra un ejemplo de los procesos necesarios para una pieza FA, el cual inicia con un disco de aluminio. De todos los procesos, en el rechazado se necesita de 13.2 minutos para completar la pieza recordando que se restara del tiempo disponible 3 horas para hacer cambio de molde. El soldar la pieza

DRE se tardara 9 minutos el cual es un cuello de botella en comparación con los demás procesos, el cual no se analizará en el presente proyecto.

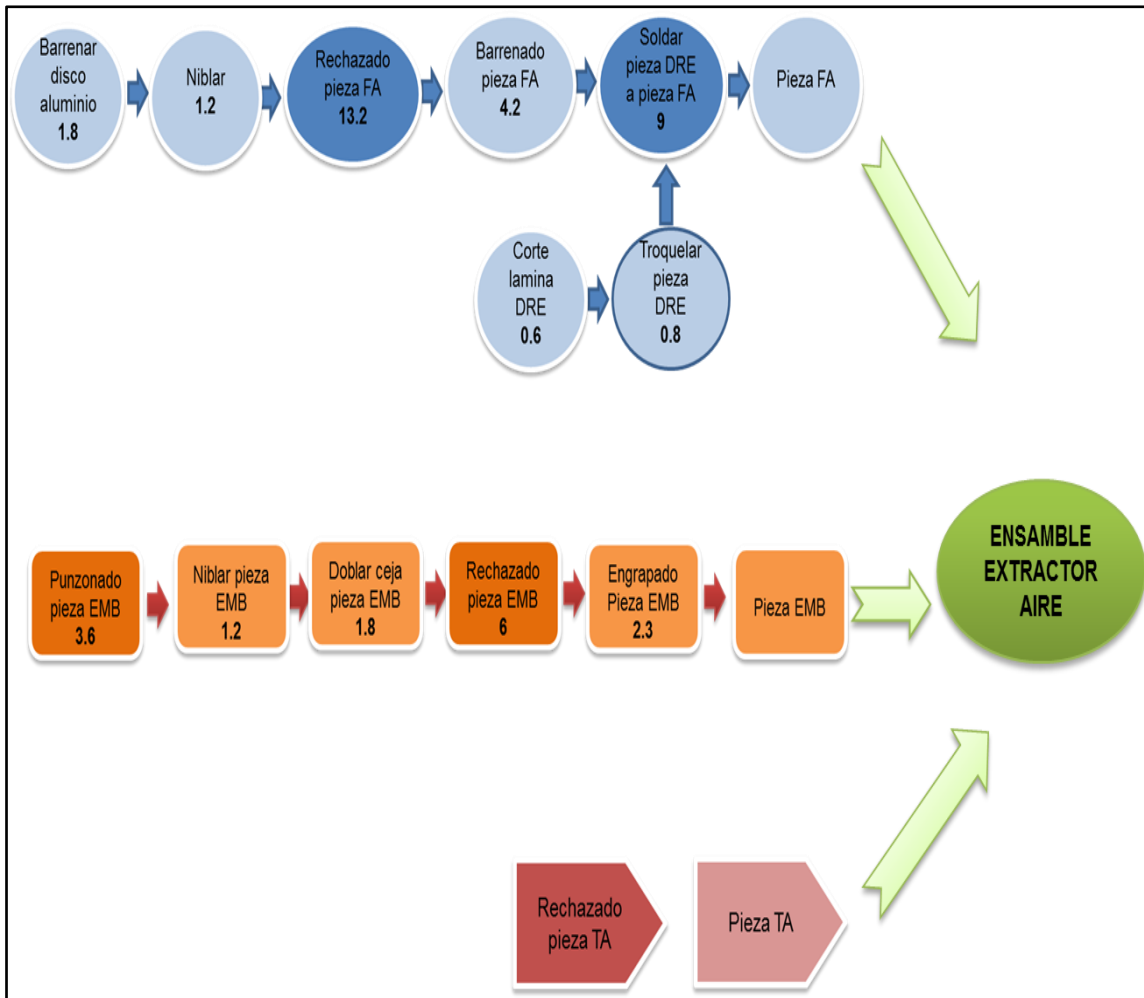


Ilustración 24 Proceso para ensamblar un extractor de aire. Fuente Sistema SyP

La pieza EMB requiere de 5 procesos, de los cuales el cuarto es el cuello de botella que no permite que la pieza pase al área de ensamble. Todos y cada uno de estos procesos son necesarios y en el caso de la rechazadora se tiene poca disponibilidad de la máquina.

La elaboración de la pieza TA es sencilla, comienza con un disco de aluminio el cual el procesado directamente en la rechazadora y al finalizar se pasara directamente al área de ensamble. El tiempo de proceso será diferente dependiendo del tamaño de

la pieza, pero se toma en cuenta que el tiempo de cambio de molde se realiza en 3 horas que se restaran del tiempo total disponible.

3.2 APLICACIÓN DE SMED A LA MAQUINA Z-130

El proyecto de SMED se realizó en el área de repulsado (rechazado), donde actualmente se tardan 3 horas en realizar un cambio de modelo. El proceso de repulsado (rechazado) se lleva a cabo mediante dos máquinas, la última que fue adquirida por Soler y Palau es fácil de realizar cambios de modelos ya que cuenta con adaptaciones de fábrica que permiten mover de una manera rápida los componentes de la maquinaria. La otra maquinaria es más obsoleta y realizar un cambio de modelo implica más herramientas a utilizar, lo cual aumenta el tiempo en que se lleva a cabo un cambio.

El proyecto se realizó con la autorización del jefe de producción de la empresa Soler y Palau, mismo que había manifestado la necesidad del apoyo en dicha máquina rechazadora para reducir tiempo de cambio de modelo.

El equipo de trabajo para la realización del proyecto se muestra a continuación:

- Ing. Ezequiel Rojas. Jefe de producción
- Ing. David Andrade. Supervisor del área
- José Ángel Coraza. Practicante producción
- Cesar Hernández Moreno. Operario producción
- Iván Ruiz Montero. Operario producción
- Raúl Palacios. Operario producción
- Eduardo Carvajal. Operario producción
- Lic. Brenda Proo. Compras
- Departamento de Mantenimiento

El proyecto se basa en el libro “Lean Manufacturing paso a paso” para aumentar la disponibilidad de la máquina de rechazado. Los responsables del proyecto (Ing. David y Ángel) serán los líderes para detectar e implementar cualquier mejora que se

presente en el área. Se abordara el problema conforme a las etapas de SMED las cuales se presentan a continuación.

3.2.1 OBSERVAR Y MEDIR EL TIEMPO TOTAL DE CAMBIO

En esta etapa se filmó un video para analizar cada una de las actividades llevadas a cabo por los responsables de hacer el cambio de molde y con esto conocer el tiempo total que se emplea en ello. Se filmaron todos los recorridos y ajustes que se hacen, los responsables mostraron disponibilidad para ser grabados. Se consideró conveniente para esta etapa tomar más de una muestra de tiempo total de cambio dado a la variación que existe de un molde a otro, sin embargo solo se analizó como se sugiere en el libro Lean Manufacturing paso a paso el primer cambio observado.

ANTES		
CAMBIO		
DE	A	TIEMPO
PIEZA F-A	PIEZA E-MB	77 min
PIEZA F-A	PIEZA E-MB	87 min
PIEZA T-A	PIEZA F-A	93 min
PIEZA E-MB	PIEZA C-ON	110 min
PIEZA E-MB	PIEZA D-OM	124 min
PIEZA F-A	PIEZA E-MB	136 min
PIEZA D-OM	PIEZA F-A	142 min
PIEZA T-A	PIEZA F-A	238 min

Ilustración 25 Tiempo actual para hacer cambio de herramental

El tiempo total se muestra en la ilustración 25, en donde se muestran 8 tiempos registrados, los cuales servirán como referencia para el tiempo logrado después de aplicar el proyecto. Dependiendo del molde al que se realiza el cambio será el tiempo, para cambiar a una pieza E-MB el tiempo es menor a una pieza F-A. Existe un caso especial en los moldes grandes en donde el tiempo se eleva debido a los ajustes especiales que se hacen al chino.

3.2.2 SEPARAR ACTIVIDADES INTERNAS DE LAS EXTERNAS

El siguiente paso de la metodología SMED es analizar el video que se grabó en la etapa anterior y clasificar el tipo de actividades que se realizan en un cambio común de herramienta. Como lo sugiere el autor del libro Lean Manufacturing paso a paso, se realiza un listado de todas las actividades hechas en un cambio de molde como se muestran en el anexo 1. Todas estas actividades se describirán en base al video tomado del cambio y en este caso se describen para cada uno de los operadores, el tiempo en que se realiza cada una de las actividades se muestra a la derecha de la tabla tanto en segundo como en minutos.

Se cuenta con dos tipos de actividades externas e internas, en la columna clasificación de actividad se divide si la actividad se realiza cuando la máquina esta parada (interna) o cuando la máquina está en funcionamiento (externa).

En el caso de la maquina Z-130 se realizan todas las actividades de manera interna, es decir, esperan a que la maquina se detenga por completo para comenzar a preparar todo lo necesario para el cambio, ver anexo 1. Esta forma de hacer el trabajo es costumbre de los operarios y lo único que provoca es invertir tiempo innecesario para realizar sus actividades.

Se cuestionaba a cada uno de los involucrados la razón por la cual esperaban a detener la Z-130 para buscar lo que se ocupara, y la respuesta fue que no les daba tiempo de preparar. La realidad era que cuando se procesan piezas, tienen tiempos muertos alguno de los dos operarios, motivo por lo que se demuestra que entre procesos pueden preparar todo para el cambio.

3.2.3 CONVERTIR ACTIVIDADES INTERNAS EN EXTERNAS

El tiempo en que la máquina esta parada es tiempo que se puede aprovechar para producir piezas por lo tanto se está desperdiciando. Por ello es importante identificar y eliminar aquellas actividades que actualmente se hacen cuando la máquina ya no está en funcionamiento, en estas actividades se encuentran los 7 desperdicios de Lean Manufacturing.

En base a la lista realizada en la etapa anterior se analizan las actividades en búsqueda de identificar aquellas actividades que se pueden simplificar o mejorar. Para ello fue necesario el trabajo en equipo de los involucrados, dado que en algunos casos se necesita el punto de vista de todos para implementar alguna mejora y que su utilidad sea la correcta.

En la situación actual de cómo se lleva a cabo un cambio se muestra que la mayoría de actividades se hacen cuando la máquina está parada y no se tiene la capacitación de preparar todo lo necesario para hacer cambio de herramienta.

Algunos ejemplos mostrados en el anexo 2 son búsqueda y preparación de herramienta que se realiza cuando la máquina está parada, lo anterior se puede convertir en externo si se prepara toda la herramienta a ocupar antes de parar.

Un aspecto importante al hacer un cambio son las vueltas que el operador da alrededor de la máquina, ya sea para buscar herramienta o para hacer ajustes a la rechazadora, y con esto se demuestra la falta de una correcta asignación de funciones por parte de los responsables del cambio.

Para mover el molde y contrapunto se colocan argollas y una eslinga (cuerda) para sujetarlas a una grúa viajera, esto se realiza cuando se para la máquina. La forma en como lo pueden hacer antes de parar es preparando el molde antes y colocarle argollas y eslingas para que cuando se necesite solo tenga que sujetarse a la grúa.

3.2.4 DESPERDICIO ACTIVIDADES INTERNAS

Para demostrar el recorrido que hacen los responsables de la máquina se realizó un diagrama de spaghetti y con ello se observa que está presente los desperdicios de movimientos, transportes y esperas. La ilustración 26 es el recorrido que hace Cesar, durante el cambio da varias vueltas a la maquinaria buscando herramientas, para hacer ajustes, para mover los moldes, etc. En la ilustración 27 se muestra el recorrido que hace Ivan en donde se presenta la misma situación anterior, sumando que no existe un método de trabajo que puedan seguir los trabajadores.

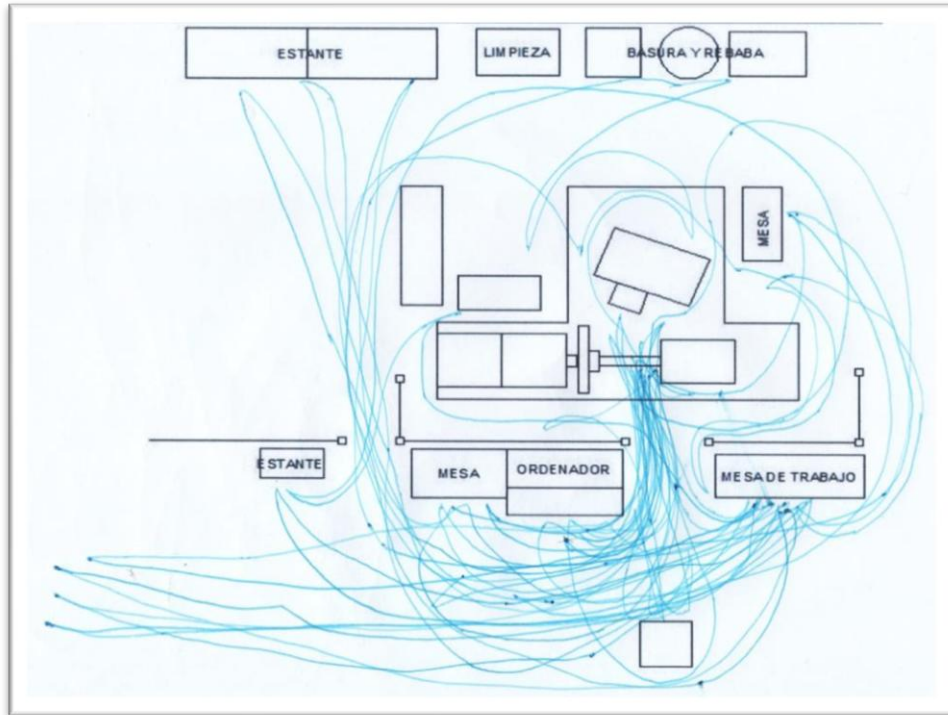


Ilustración 26 Diagrama espagueti operador 1. Fuente: investigación

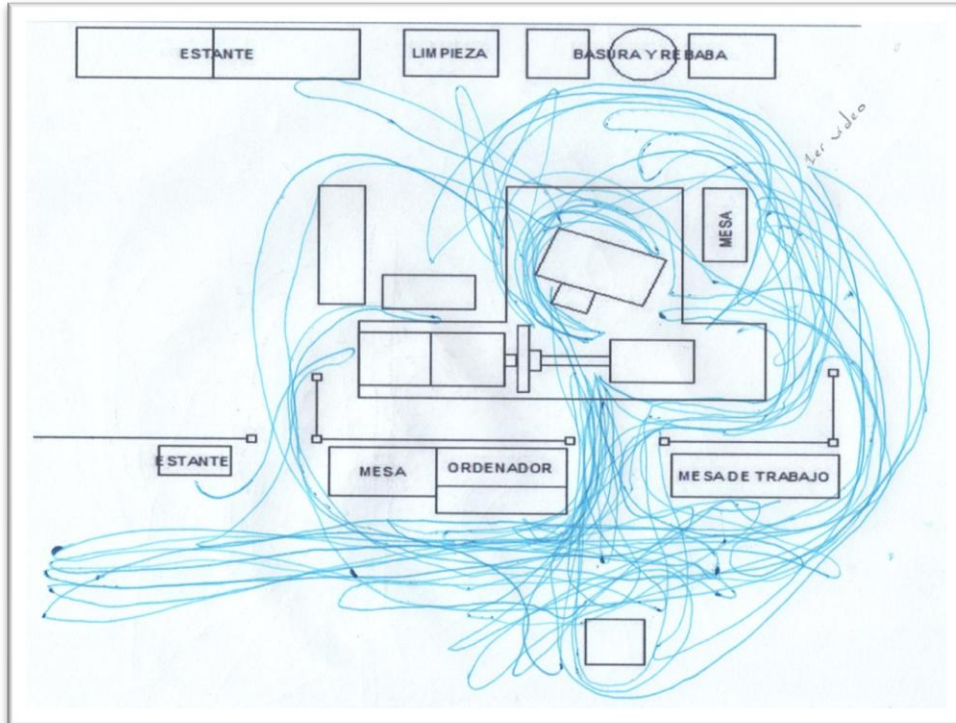


Ilustración 27 Diagrama espagueti operador 2. Fuente: investigación

Para lograr reducir el tiempo de cambio así como el recorrido hecho por ambos operadores se detectaron mejoras que a continuación se describirán.

3.2.4.1 TORNILLOS SIN FIN

La grúa viajera dentro del proceso de cambio es un cuello de botella debido a que su disponibilidad limita a la realización de actividades simultáneas. Sumando a lo anterior, se utiliza para realizar cambios en las dos rechazadoras y la situación se complica cuando se realizan cambios de molde en ambas máquinas. La espera es un gran desperdicio que no permite aumentar la disponibilidad de la máquina, al igual que los movimientos innecesarios.

Por lo anterior se detecta un área de oportunidad para liberar el uso de la grúa en el centrador y la cuchilla. La condición actual es el uso de la grúa para colocar la cuchilla y centrador a la altura requerida por el molde a colocar, esto se realiza ya que ambas piezas son difíciles de subir o bajar de forma manual además que presentar un alto riesgo para los operadores.

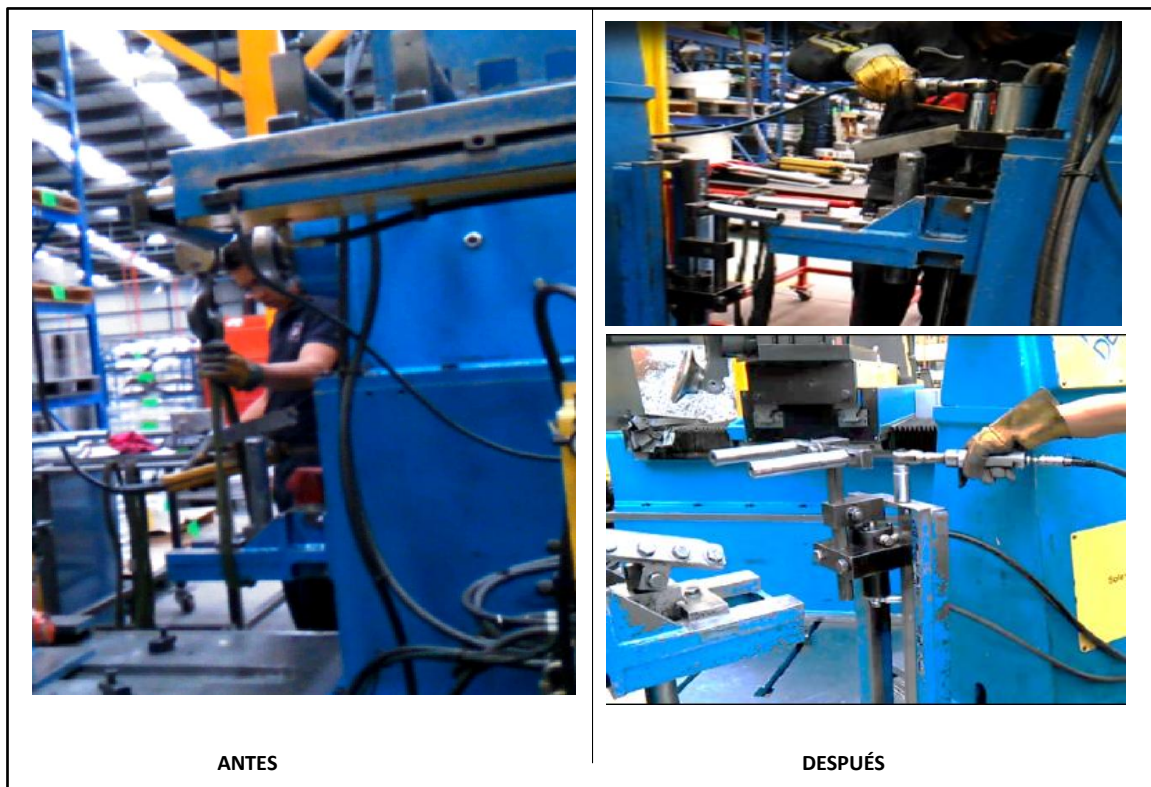


Ilustración 28 Mejoras en centrador y cuchilla. Fuente: fotografía

En la ilustración 28 el ajuste de la cuchilla se hace mediante una eslinga sujeta a la grúa la cual subirá o bajara mediante el control de la misma. La mejora es mediante el uso de tornillo sin fin en la cuchilla y centrador para que se elimine la grúa y resulte más fácil para el operador su ajuste, solo se empleara una pistola de impacto con un dado a la medida del tornillo y este suba o baje según sea el caso.

Como resultado de aplicar los tornillos sin fin se logró reducir el tiempo de ajustar con la grúa que era de 7.67 min a 2.51 min con el uso solamente de los tornillos sin fin. Con lo anterior se libera el uso de la grúa en estos dos componentes y permite que se realice otra actividad simultánea con la grúa.

La inversión que se realizó con la implementación de los tornillos sin fin se muestra en la ilustración 29.

Cantidad	Unidad	Artículo:	Costo unitario	Costo total
1	Pza.	Maquina rechazadora: sinfin de 70 cm largo x 1, con tuercas, placas con base, baleros con balines.		\$ 6,950.00 + IVA
1	Pza.	Maquina rechazadora centrador: sinfin de 50 cm largo x 1", tuerca, placas con base, baleros con balines MATERIAL: ACERO 4140 TRATADO.		\$ 5,950.00 + IVA

Ilustración 29 Inversión tornillos sin fin. Fuente: fotografía

3.2.4.2 REGLETAS

Para posicionar el centrador, cuchilla y contrapuntose usaba un flexómetro, el cual ocasionaba movimientos innecesarios e incomodos para el operario, además se tardaba en ajustar estos componentes debido a que se podía pasar de la medida o constantemente tenía que usar el flexómetro. Para reducir el impacto de esta actividad se propuso el uso de reglas adaptadas a cada uno de los componentes de

la máquina para que resulte fácil el posicionar a la distancia correcta, lo anterior se puede observar en la ilustración 30.

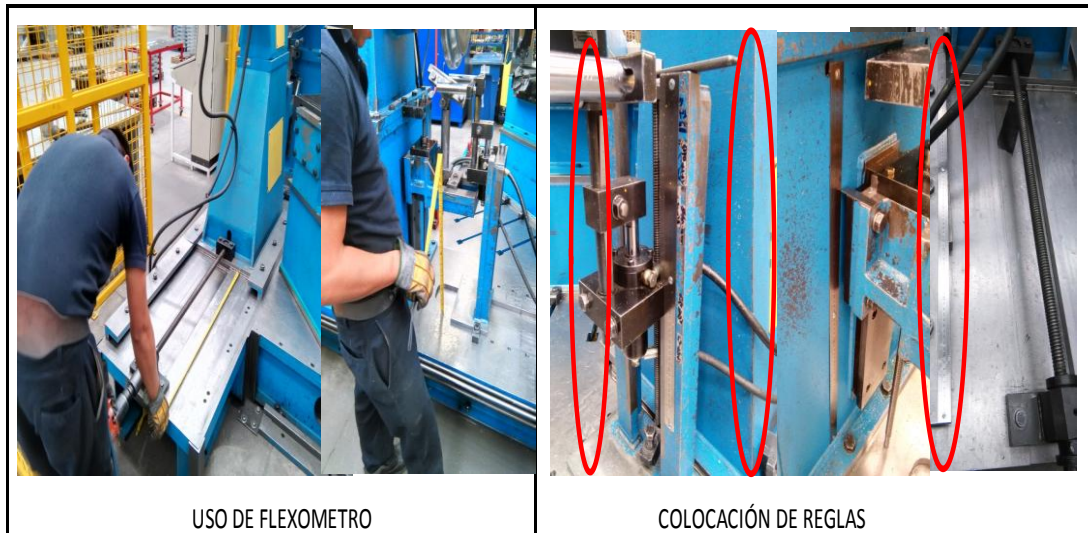


Ilustración 30 Uso flexómetro vs Reglas. Fuente: fotografía

El chino y la base del chino se posicionaban poco a poco hasta llegar al punto donde se ajustan al molde, debido a que se puede dañar la pieza. El tiempo en colocar estos componentes puede elevarse en los moldes grandes. Al colocar una regla, ver ilustración 31, se elimina este procedimiento innecesario ya que conforme se realicen cambios se anotaran la posición indicada por la regla y esta se usara en los siguientes cambios para ajustar el chino y base chino en una posición exacta.

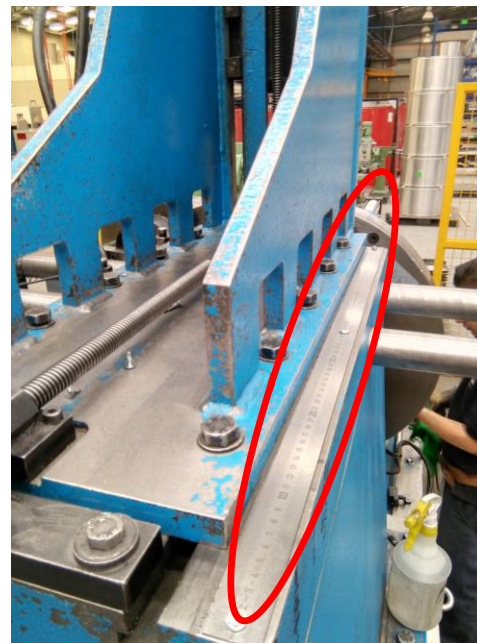


Ilustración 31 Regla en base de chino.
Fuente: fotografía

Las medidas que se tienen registradas en base al flexómetro se actualizarán a las medidas de la regla. Cada cambio de molde diferente que se realice se ajustara en

base a las medidas del flexómetro, cuando se termine de ajustar los componentes se anotaran las posiciones conforme lo marque la regla.

La inversión requerida para las 5 reglas que se adquirieron se presenta en la ilustración 32.

30	37151100	Cinta métrica inoxidable 1000 mm mate Cantidad mínima: 1 País de origen: Alemania Tiempo de entrega: 2 semanas (aéreo)	4 Unidad 28.84 USD	115.34
40	37151050	Cinta métrica inoxidable 500 mm mate Cantidad mínima: 1 País de origen: Alemania Tiempo de entrega: 2 semanas (aéreo)	1 Unidad 16.00 USD	16.00
			Total DDP Puebla (USD)	1,548.16
			IVA	247.70
			Total Global (USD)	1,795.86

Ilustración 32 Cotización de reglas

3.2.4.3 COMPRA DE HERRAMIENTA

Al realizar el proyecto se detectó la falta de herramienta que impedía a los dos operarios trabajar en algunas actividades de forma simultánea. Por lo tanto se realizó un listado con la herramienta necesaria para que fuera cotizada y posteriormente se adquiriera, la cotización se observa en la ilustración 33.

En el caso especial de la llave combinada 24 mm se tenía solo una, para aflojar los tornillos del molde lo hacen entres los dos operadores pero se tenía que esperar uno de ellos a que el otro terminara de usar la llave. Se tardaban 124 segundos en aflojar los tornillos cuando solo existía una llave y 45 segundos con las dos personas con una llave cada quien.

Las argollas que se tenían eran insuficientes para realizar de forma ágil un cambio, ya que se necesitaban más argollas para no tener que quitar y poner la misma argolla varias veces en lo cual se pierde tiempo. Con la compra de argollas facilita que se puedan colocar antes de parar la máquina en el molde y contrapunto junto con la cuerda.

HERRAMIENTA	PIEZAS	TOTAL
Eslingas	4	\$ 1,948.86
Atomizador	1	\$ 19.00
Cuchilla especial de 150.0 mm	1	\$ 137.00
Cuchilla especial de 203.0mm	1	\$ 148.00
Llave 24 mm	1	\$ 154.90
Llave allen 5/16	1	\$ 9.70
Llave española 9/16	1	\$ 65.30
Llave de caja fraccionaria con entrada de 1/2 y punta hexagonal 5/16	2	\$ 51.20
Argollas m16	6	\$ 1,746.00
Argollas m12	6	\$ 1,680.00
Argollas m10	6	\$ 1,572.00
Desatornillador plano	1	\$ 47.30
SUMA TOTAL		\$ 7,579.26

Ilustración 33 Cotización de herramienta faltante

3.2.4 4 REGLAS EN EL CENTRADOR

En las piezas T-A del modelo 22-33 el molde es hueco en la parte central por lo que no tiene forma de colocar la plantilla que sirve para centrar la pieza a rechaza. En los modelos menores a este, en el centro del molde tienen un barrero en el cual se coloca un eje y sobre este se pone la plantilla para colocar las barras del centrador a la distancia correcta.

En estos tamaños de piezas no existe ninguna referencia para centrar la plantilla y por lo tanto se hace al tanteo. Se pierden hasta 10 minutos ajustando las barras para centrar la pieza.

La propuesta para reducir este tiempo es colocar reglas en la parte superior del centrador como se muestra en la ilustración 34, ya puestas las reglas cuando se realicen las piezas con este problema se ajustaran como hasta el momento para tomar la posición en las reglas y con esta información servirá para la próxima ocasión que se realice la misma pieza. Con esta mejora se colocara la plantilla de forma rápida y exacta.

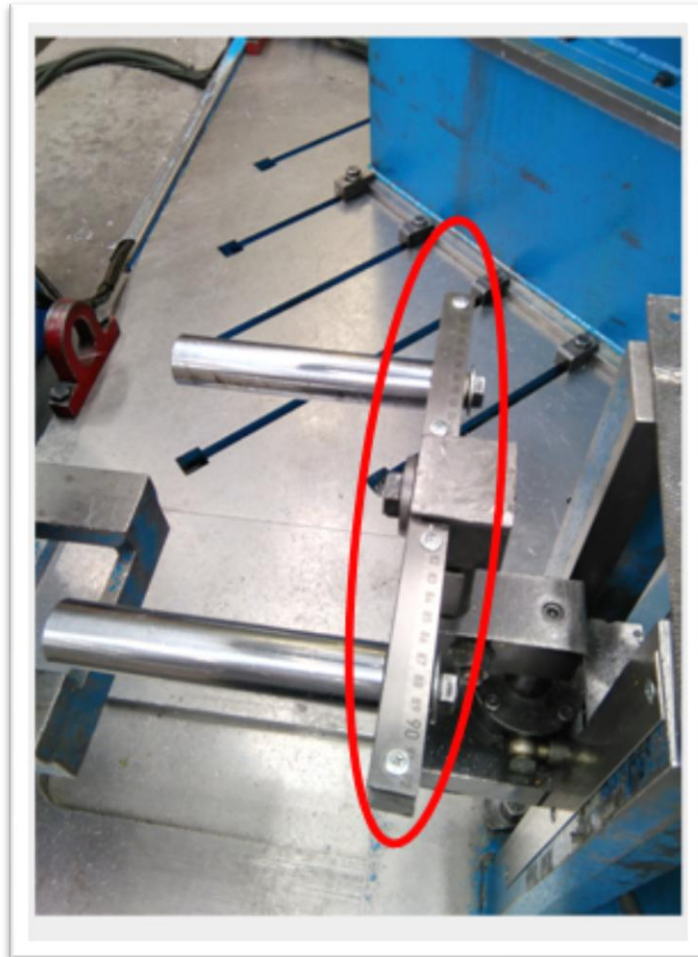


Ilustración 34 Reglas en centrador. Fuente: fotografía

3.2.4.5 ESTANDARIZACION DE BARRENOS

Para mover el molde y contrapunto desde el lugar donde se encuentra hacia la máquina, se realiza mediante una argolla sujeta al molde o contrapunto mediante un barrenado y sujeta a la grúa con una cuerda.

Uno de los puntos que busca la metodología SMED es la estandarización de tornillos o herramientas usadas en la actividad de cambio. Un problema encontrado es el uso de diferentes tamaños de argollas M10, M12 y M16 como consecuencia de que existen barrenos de diferentes diámetros y no entra cualquier argolla. La ilustración 35 muestra los moldes con barrenos M10 y M12, los diferentes tipos de argollas y las eslingas usadas. En consecuencia, la cuerda que soporta el molde es más gruesa que los diámetros de los barrenos M10 y M12 lo que dificulta que pase a través de ellos y por dicha razón se tienen que ocupar cuerdas de diferente grosor.



Ilustración 35 Barrenos M10, M12, M16. Fuente: fotografía

La solución a esta problemática que representaba movimientos innecesarios en búsqueda de cuerdas consiste en estandarizar los barrenos de los moldes y contrapunto a un solo tamaño M16. Con lo cual se garantiza que cualquiera que sea el molde o contrapunto, éstos tendrán barreno M16 y no se tendrán que buscar argollas y cuerdas de otro tamaño.

Las cuerdas que se usan en el área se encuentran desgastadas, por tal motivo se solicitó la compra de nuevas cuerdas, las cuales fueron adquiridas de una sola medida. En la ilustración 36 se pueden observar las cuerdas adquiridas y argollas tamaño 16.

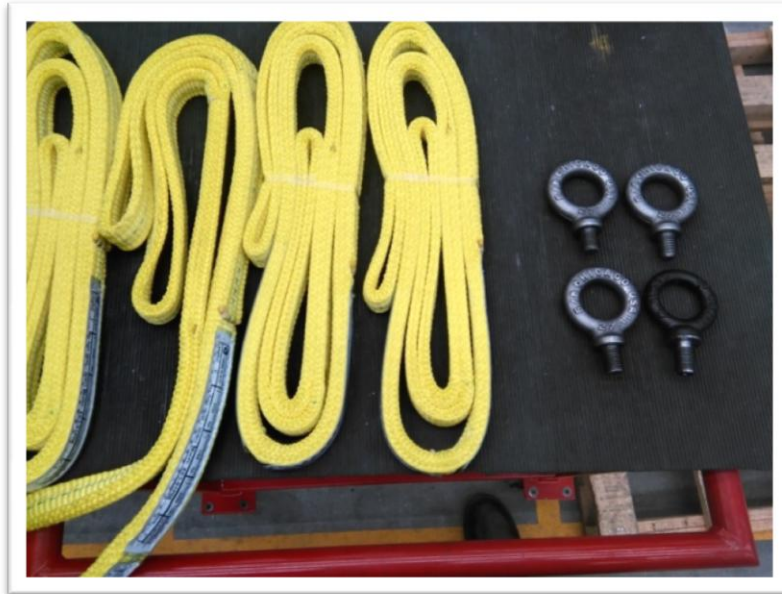


Ilustración 36 Eslingas (cuerdas) y argollas M16. Fuente: fotografía

3.2.4.6 MODIFICACION DE LAYOUT

En el área de rechazado era notable el desorden que se tenía, tarimas colocadas en cualquier lugar, mesas innecesarias y mal colocadas, piezas terminadas aun en el área, carro de herramienta sin lugar específico, personas cruzaban por el lugar pisando sobre tarimas, el material a procesar se colocaba lejos de la maquinaria ocasionando transportes innecesarios, recorridos innecesarios para dejar pieza terminada sobre tarima. Lo anterior se observa en la ilustración 37 en el antes.

Para solucionar dicha problemática se realizó un rediseño de la distribución del área, considerando el movimiento de los trabajadores para tomar y dejar el material a procesar. Se delimito con pintura amarilla las líneas donde se colocaran tarimas para moldes, la mesa de herramienta y dos pasillos por donde se podrá caminar libremente por el área. Se usó pintura verde para marcar el lugar donde se colocaran las tarimas de producto terminado, ver ilustración 37 en la parte del después. Con

esta acción se garantiza un área de trabajo ordenada y libre de tarimas o mesas innecesarias en el sitio que representan un espacio libre de 19.11m². La inversión para delimitar el nuevo lay out fue solo la compra de pintura que tuvo un costo de \$480.00.



Ilustración 37 Delimitación de layout. Fuente: fotografía

3.2.4.7 MESA DE HERRAMIENTA

Anteriormente cada que se realizaba un cambio de modelo se buscaba la herramienta necesaria y se trasladaba a una mesa cerca de la máquina, con lo cual se hacían muchos recorridos para reunir la toda la herramienta conforme la fueran ocupando. Lo anterior se realizaba cuando la maquina estaba parada en espera de cambio de modelo y no se tenía en existencia toda la herramienta necesaria.

Se propuso la implementación de una mesa de herramienta en donde se pueda colocar toda la herramienta necesaria para el cambio, con ruedas para su fácil desplazamiento y con un compartimiento para colocar las eslingas (ver ilustración 38). Además se informó al personal responsable sobre las ventajas y beneficios de preparar con anticipación la herramienta a ocupar. Con la ayuda de la mesa resulta

fácil buscar la herramienta en el anaquel y ponerlas en la mesa y desplazarla hasta la maquinaria y al finalizar su uso mover la mesa y guardar todo de nuevo en el anaquel.



Ilustración 38 Mesa de herramientas. Fuente: fotografía

3.2.5 DESPERDICIO ACTIVIDADES EXTERNAS

Como se había mencionado anteriormente, las actividades externas son todas aquellas que se realizan cuando la maquina aún está en funcionamiento. Para lograr reducir el tiempo de un cambio de modelo es necesario hacer externas todas las actividades posibles, haciendo esto se logran beneficios inesperados que se están desperdiciando con el método actual.

En el caso de la rechazadora Z-130 se detectaron actividades que se pueden hacer cuando la maquina aún está en funcionamiento y con el método actual se pierde valioso tiempo en realizarlas cuando se para por completo la rechazadora.

A continuación se abordara cada una de las mejoras encontradas y clasificadas como actividades externas.

3.2.5.1 TARJETA DE AJUSTE

Los parámetros de la máquina a los que se tiene que posicionar los componentes, están escritos a lapicero en una libreta que tienen los operarios y los cuales tienen que anotar en una hoja de papel cada vez que se hace un cambio para poder tener acceso a dichos parámetros en todo momento. Esta hoja de papel se coloca sobre la máquina y desde ahí se revisa a que distancia se ajustaran los componentes, en algunos casos no es visible para ambos trabajadores y tienen que dar vuelta a la rechazadora para consultar medidas o pedirle al otro operario que le pase la hoja. En la ilustración 39 se puede observar el formato de la hoja usada para anotar parámetros y el lugar donde se coloca.

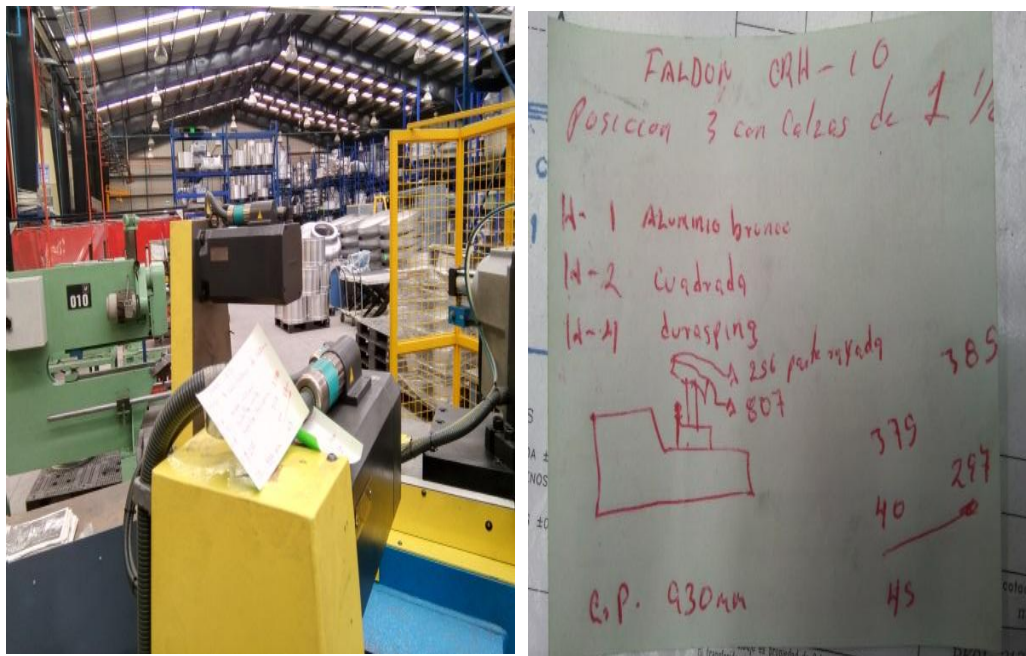



Ilustración 39 Hoja para anotar parámetros de máquina. Fuente: fotografía

Para solucionar dicha problemática se propuso el uso de "tarjetas de ajuste" como se muestra en la ilustración 40, en las cuales estará toda la información necesaria para el ajuste de los componentes de la máquina, la cual será de 11cm de ancho y 16 cm de largo hecha de un material imantado para que se pueda pegar estratégicamente para que sea visualizada por los operarios en cualquier parte de la máquina.



Soler y Palau
Tarjeta de Ajuste Nave 4
RECHAZADORA ZENN-130

Molde _____

Código material _____

Contrapunto: _____ Posición carro _____

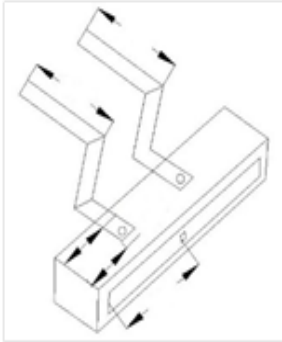
<p>HERRAMIENTA</p> <p>H _____</p> <p>H _____</p> <p>H _____</p>	<p>CAIZAS</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
--	---

Chino altura _____ Altura centrador _____

Chino base _____ Centrador barra 1 _____

Centrador barra 2 _____

APOYO DE CHAPA



CUCHILLA

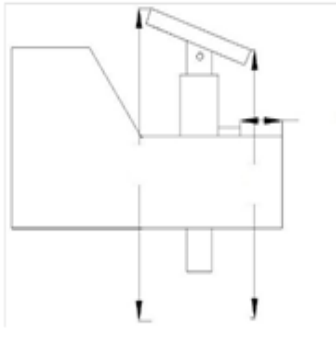


Ilustración 40 Tarjeta de ajuste

3.2.5.2 MOVIMIENTO DE RACKS

Los moldes necesarios para las piezas se encuentran resguardados sobre tarimas en tres racks, dos de ellos se encuentra en la misma área donde está la maquinaria y el otro se encuentra en el área de soldadura. Cada que se va hacer un cambio se tiene que bajar el molde del rack donde se encuentra con la ayuda del montacargas, en la mayoría de las ocasiones el montacargas tarda en llegar para bajar el molde e incluso cuando la máquina termino de procesar la última pieza aún se sigue esperando a que se baje. El problema surge en que los montacarguistas se encuentran la mayor parte del tiempo surtiendo material a las líneas de ensamble y no tienen disponibilidad para otras actividades, cuando el molde a usar esta en el área de soldadura tardan 9 minutos en hacer esta operación. En el área de soldadura

no existe un orden para la distribución del material, es común encontrar tarimas con material por los pasillos y en el área en general, esto provoca que cuando se requiera de un molde se tiene que mover las tarimas que están obstruyendo el acceso haciendo que el montacarguista tarde mucho tiempo en hacer maniobras. La situación anterior se ejemplifica en la ilustración 41.



Ilustración 41 Racks antes de traslado Fuente: fotografía

Por lo tanto para volver ágil esta acción necesaria se realizó una reunión con los montacarguistas para dar a conocer los efectos presentados cuando no acuden de forma anticipada a bajar el molde. Con lo cual se logró el compromiso por parte de los responsables de la rechazadora a comunicar con debida anticipación el apoyo de los montacargas, y los montacarguistas a dar prioridad a la necesidad de bajar el molde.

El rack que se encontraba en la nave de soldadura se cambió de lugar y se colocó en el área de rechazado para agilizar el traspaleo de los moldes para eliminar el transporte innecesario desde el área de soldadura. Con ello se reduce el tiempo de 9 a 3 minutos en el cual el montacargas realiza el movimiento de los moldes, resultado

de que el área se encuentre libre de tarimas y solo tenga que bajar el molde hasta el lugar señalado para colocarlo. En la ilustración 42 se observa el acomodo propuesto para los racks y un área mejor organizada para manipular el montacargas.



Ilustración 42 Racks después de traslado Fuente: fotografía

3.2.5.3 DISPOSITIVO PARA PLANTILLAS

Existen plantillas que se usan para inspeccionar que la pieza cumpla con las especificaciones de calidad y diseño las cuales se almacenan a un costado de un rack mediante una barra de metal en donde se colocan de forma aleatoria todas las plantillas. Plantillas para marcar barrenos de las piezas F-A que de igual forma están almacenadas a un costado del rack, ver ilustración 43. En el momento que alguna de estas piezas se necesite, tendrá el operario que buscarla en el rack y sacar la necesaria, si la pieza esta hasta abajo se tendrá que retirar cada una de las plantillas y después volver a colocarlas. Esta acción se realiza cuando se lleva a cabo un cambio de molde y en el momento en que será usada provocando movimientos innecesarios para el operario.

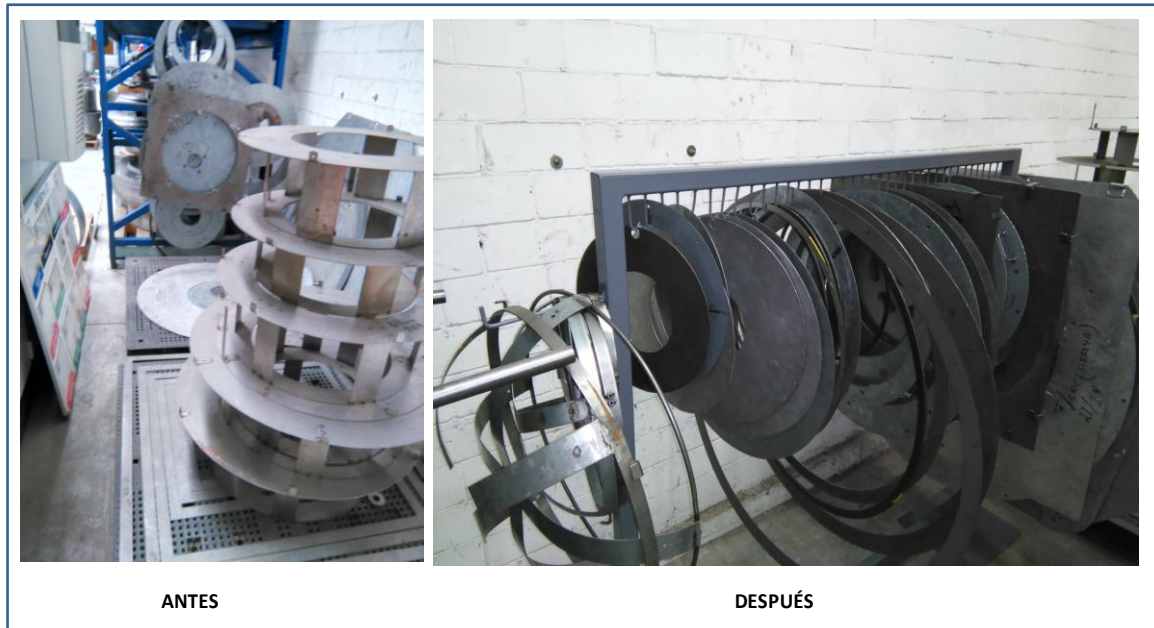


Ilustración 43 Plantillas Fuente: fotografía

Se implementó un dispositivo en donde se puedan colocar todas las plantillas de forma ordenada y de fácil acceso para no retirar más que la pieza necesaria como se muestra en la ilustración 43 en la figura del después.

3.2.5.4 TARIMAS PARA MOLDES

Los moldes deben estar situados en el lugar señalado antes de que la rechazadora termine de procesar la última pieza del modelo anterior, por tal motivo se clasifica como actividad externa. Anteriormente se realizaba como actividad interna.

Los moldes se colocan sobre tarimas de madera para que sean almacenados en los racks, cada uno de los moldes tienen cuatro tornillos con los que se sujeta a la maquinaria. Estos tornillos resultan incómodos cuando se coloca el molde en la tarima, ya que si se ponen hacia arriba no permiten que el contrapunto se ponga de forma segura sobre los tornillos. Con el diseño actual de las tarimas no permiten colocarse éstos hacia abajo y que el contrapunto se coloque sobre el molde.

Existen moldes en los cuales se puede observar el contrapunto sobre los tornillos, resultando una acción insegura al momento de bajar dicho molde ya que el contrapunto se puede resbalar y caer al piso causando un accidente. Otra

situación insegura es cuando se coloca el molde con los tornillos hacia abajo en donde los cuatro tornillos sujetan al molde, como la tarima es de madera en cualquier momento puede romperse y el molde puede caer. Para equilibrar el molde en la tarima y poner los tornillos en la parte inferior se colocan dos maderas sobre la tarima y sobre esto se coloca el molde, resultando insegura esta acción. En los moldes más grandes se tienen que quitar los tornillos para que pueda entrar al rack, dicha operación se realiza con maquinaria parada en el tiempo de cambio de molde. Las acciones anteriores se muestran claramente a la izquierda de la ilustración 44.

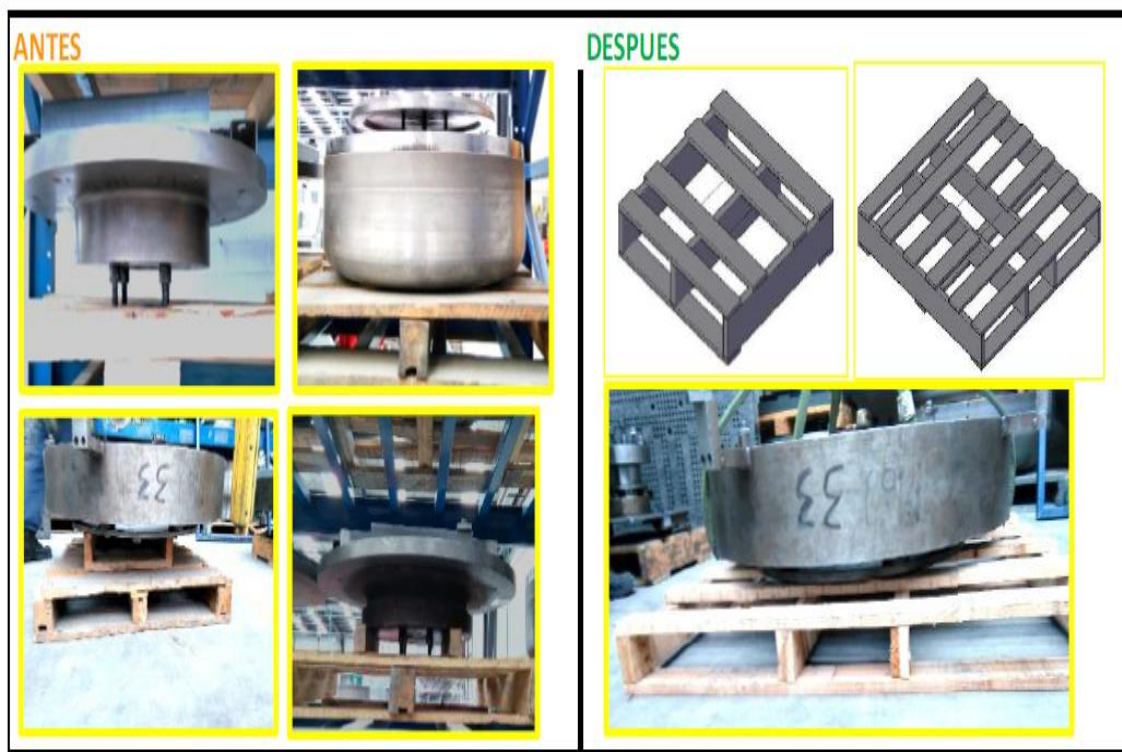


Ilustración 44 Situación actual vs tarimas propuestas Fuente: fotografía

Para eliminar la problemática existente se propone el uso de tarimas que tengan en el centro un espacio adecuado para la colocación del molde con los tornillos hacia abajo y de esta forma sea el cuerpo del propio molde el que este en contacto con la tarima, lo anterior se muestra a la derecha de la ilustración 44. Logrando también que cada contrapunto este sobre el molde y no se almacene por separado.

3.2.6 ESTANDARIZACION

En esta última etapa se debe asegurar que las mejoras implementadas para reducir el tiempo de ajuste de la maquinaria se sigan realizando en el futuro, porque de nada servirá la inversión realizada si no se sigue el procedimiento establecido y seguir con el método actual.

Para lograr que se mantengan las mejoras, se informó al personal del área de rechazado la importancia de seguir el procedimiento establecido y utilizar las herramientas proporcionadas para realizar de forma rápida el cambio de molde. Con ello se logró el compromiso de cada uno de los trabajadores para seguir las recomendaciones y proponer mejoras detectadas que beneficien el proceso y lo vuelvan más productivo.

3.2.6.1 CHECK LIST

Se elaboró un check list de todo aquello que se debe preparar antes de parar la rechazadora para efectuar el cambio, sin este documento es fácil que olviden el material necesario y se tenga que preparar cuando se realizan ajustes con la máquina parada.

Este material se proporcionó a los operarios para que sea revisada cada vez que se realice un cambio, con ello se eliminan recorridos y movimientos innecesarios que se realizaban anteriormente en búsqueda de herramientas y todo aquello que no se tenía cerca de la rechazadora en el momento cuando se necesitara.

En el check list del anexo 3 se detalla todas las llaves, moldes, plantillas de inspección, pistolas de impacto, dados, desarmadores, etc. Aparece a la derecha dos columnas para señalar el estado de las herramientas si se encuentra listo en su lugar o si falta por preparar. Se realizó una reunión con los responsables de la rechazadora para establecer el contenido del listado y las medidas de las llaves que se ocupan.

3.2.6.2 HOJA DE TRABAJO ESTANDAR

Los operarios al realizar un cambio no tenían la costumbre de organizarse y dividir en forma equilibrada las actividades que se realizaran durante el proceso. Era común

escuchar que entre los operarios se preguntaban qué actividad era la que seguía, en qué lugar se colocaran las tarimas, con lo cual se demuestra la falta de organización en el método de trabajo y la ausencia de un método de trabajo por escrito que indique el procedimiento a seguir. En el dado caso de que alguno de los operarios encargados de la rechazadora se ausentara es muy tardado el cambio ya que no se tiene conocimiento de cómo hacer los ajustes y en que secuencia se moverán los componentes e incluso se desconoce la herramienta a usar. De igual forma se tenían tiempos muertos en alguno de los dos operarios, resultado de una mala distribución y carga de trabajo.

Un punto importante a mencionar es la forma de realizar el cambio de un modelo a otro, es decir, la secuencia en que se ajustan los componentes no era siempre la misma. Como resultado se tenían la falta de ajuste de ajuste del chino, la cuchilla, el contrapunto que ocasionaban a su vez retrabajos para volver a ajustarlos. Esto era resultado del olvido u omisión por parte de los trabajadores que con el cansancio de la jornada de trabajo no realizaban correctamente los ajustes.

Como su nombre lo dice, una hoja de trabajo estándar ayuda que el método de trabajo se haga de la misma forma para todos los modelos existentes sin importar la persona quien lo realice aun cuando no tenga experiencia en manipular la rechazadora. En dicha hoja se describe de forma sencilla las actividades y procedimientos a seguir por parte de cada uno de los involucrados, logrando con ello una carga de trabajo equilibrada para ambos responsables. Además se lograra la eliminación de tiempos muertos que ahora se convertirán en tiempo productivo.

Con la aplicación del SMED ala rechazadora Z-130 se elaboraron dos formatos denominados “Descripcion de actividades” en donde se establece la secuencia de operaciones a realizar en el cambio. Este formato se realizó con la colaboración de todos los involucrados en el proyecto para contemplar cada uno de los aspectos y que dicho procedimiento sea aplicable al proceso. Al finalizar el formato se explicó su correcta aplicación a los responsables y se colocaron en el area para que puedan ser vistas por todos.

El procedimiento para hacer cambio de modelo en la maquina se dividió en dos etapas, la primera consiste en desmontar el molde actual y la segunda en montar el nuevo molde.

En el anexo 4 se tiene el formato aplicado para desmontar el molde actual, en donde se describen cada uno de los pasos que se tienen que hacer y clasificados de acuerdo a la pieza de la cual se trate. Como se mencionaba anteriormente, no todas las piezas ocupan los mismos componentes, en el caso de ocuparse todos se tiene que hacer mas ajustes a la maquina y el tiempo es mayor, si solo se ocupara el molde y contrapunto como el caso de la pieza E-MB resultan menores las actividades a realizar.

Para montar el nuevo molde se tienen que realizar mas actividades que para desmontar el molde actual por el simple hecho de que es mas difícil colocar a ciertos parametros cada uno de los componente de la rechazadora. En la anexo 5 se encuentra el formato aplicado para montar el nuevo molde, en donde se establece la secuencia en la que se deben realizar las actividades asignadas a los responsables y agrupadas conforme a la pieza que se realizara el cambio.

4. RESULTADOS

De acuerdo a las actividades y mejoras implementadas en el área de rechazado, se logró un importante beneficio para alcanzar el objetivo propuesto para el proyecto de SMED.

Al comenzar el proyecto y platicar con los responsables de efectuar los cambios de herramental, se notaba la oposición a reducir el tiempo cuestionando sobre los resultados esperados. Se tenía contemplado que el tiempo de cambio de modelo era de dos horas.

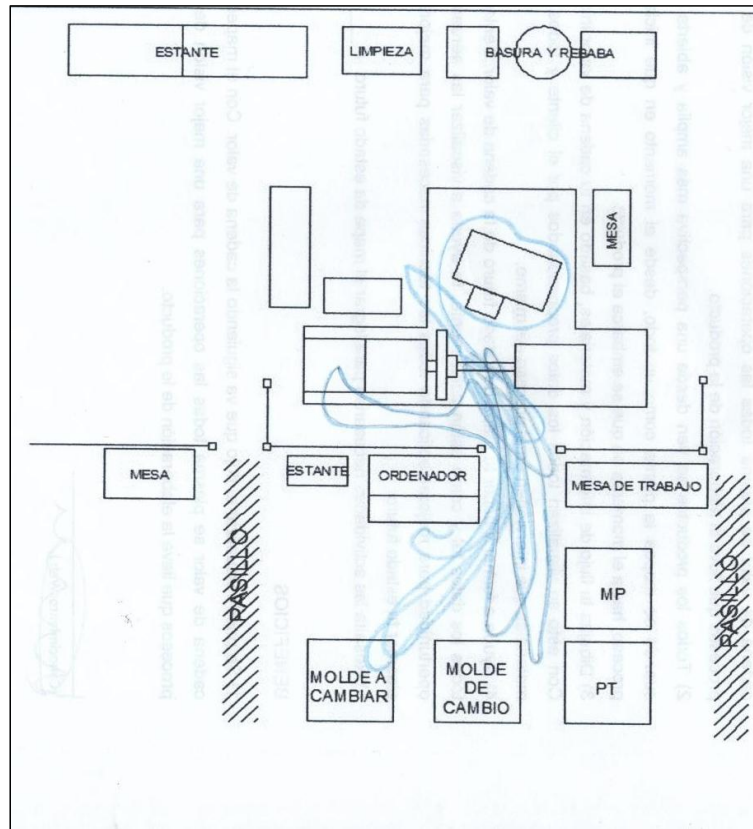
Para concientizar a los responsables sobre SMED se explicó los puntos principales de la metodología y con ello lograr su participación activa en el proceso. Con lo anterior se mejoró la actitud negativa de reducir el tiempo y contribuir a detectar puntos críticos de la maquinaria que son tardados en su ajuste.

En el trascurso del proyecto, cuando se detectaba una mejora, los responsables aportaban su punto de vista y un amplio panorama de las posibles dificultades que se podían presentar antes de implementar algún cambio.

Con el cambio de mentalidad lograda en los responsables, al finalizar el proyecto se tenía en todo momento presente la definición de actividades internas y externas que son clave para el seguimiento de las mejoras desarrolladas. En comparación con la actitud mostrada al inicio del proyecto, se logró el objetivo enfocado hacia el trabajador y dejar en claro que ellos son quien dan seguimiento a la mejoras.

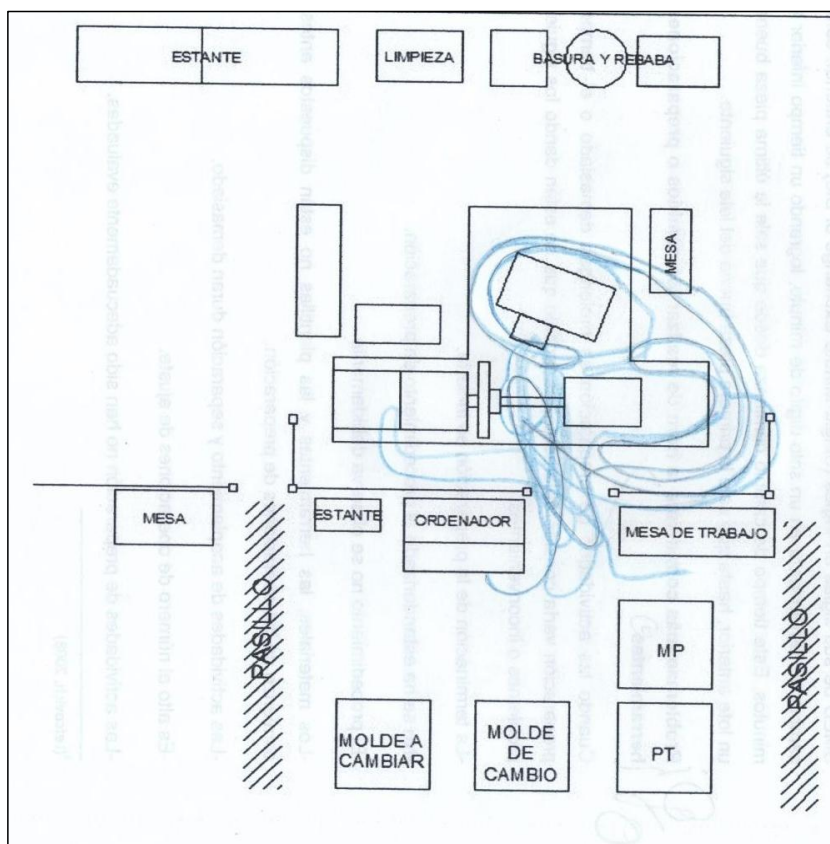
Desde que se inició la aplicación del proyecto SMED en la maquina rechazadora se buscó eliminar los recorridos que hacían los trabajadores en toda el área y específicamente en un cambio de modelo reducir las vueltas que daban en busca de herramienta para ajustar los componentes. En la ilustración 45 y 46 se describe como es el movimiento para cada uno de los operadores después de aplicar SMED, anteriormente se demostró el recorrido que hacían antes del proyecto, con esto se

demuestra la eliminación de actividades innecesarias. Dicha imagen propone que los operadores solo se desplacen alrededor de la maquinaria solo para hacer los ajustes necesarios y ya no en búsqueda de herramientas o cualquier otra actividad que se pueda realizar externamente al cambio de modelo.



OPERARIO 1

Ilustración 45 Recorridos efectuados durante un cambio de molde



OPERARIO 2

Ilustración 46 Recorridos efectuados durante un cambio de molde

4.1 ANALISIS DE RESULTADOS

Como se mencionó anteriormente, el tiempo registrado en sistema para determinar la capacidad de la maquina Z-130 es de 180 minutos. El tiempo en sistema no es constante para todos los cambios de molde que se hacen en dicha máquina, debido a la variada combinación de cambios que se pueden realizar. Del modelo anterior al modelo nuevo aumenta o disminuye el tiempo, por esta razón se tomaron 8 muestras para determinar el actual antes de implementar el proyecto. Con lo cual se comprobó que el tiempo real para terminar de hacer ajustes no era de 180 minutos para todos, en el caso de una pieza T-A a una pieza F-A el tiempo es mayor 120 minutos y dentro de estas piezas en el tamaño 30/33 se tardan casi 240 minutos en hacer

ajustes, ver ilustración 47. En sistema se tienen registrado para todas las piezas 180 minutos, con el proyecto se reducirá y aumentará la productividad de la Z-130.

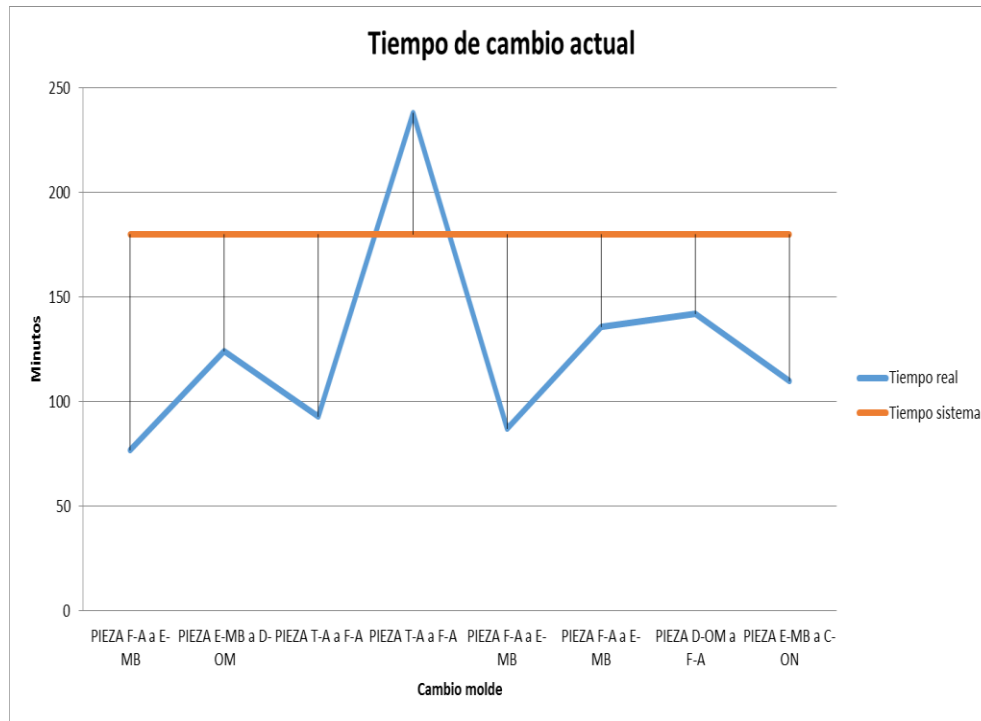


Ilustración 47 Grafica tiempo antes de aplicar SMED

Al término de la aplicación del SMED se determinó el nuevo tiempo en terminar un cambio de molde, el cual en las muestras tomadas no es el mismo. Por tal motivo se estableció un tiempo meta, hacer cambios de modelo en menos de 90 minutos, la gráfica de la ilustración 48 demuestra que todos los cambios realizados hasta el momento se encuentran por debajo del tiempo establecido. El caso particular del tamaño 30/33 de las piezas T-A y F-A se calculó en 120 minutos, debido a la complejidad de ajustar el componente llamado chino, anteriormente este cambio se realizaba en 240 minutos.

Sin embargo el resultado obtenido de realizar el proyecto fue favorable logrando el objetivo propuesto, con ello se elimina el tiempo considerado en 180 minutos y se actualiza a 90 minutos para todas las piezas, reduciendo un 50% el tiempo dedicado a cambiar de modelo.

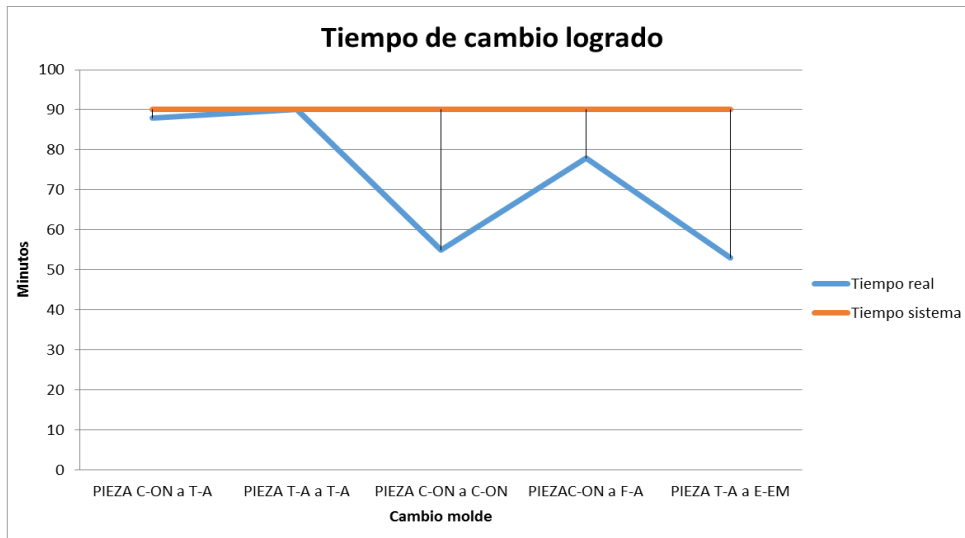


Ilustración 48 Grafica después de aplicar SMED

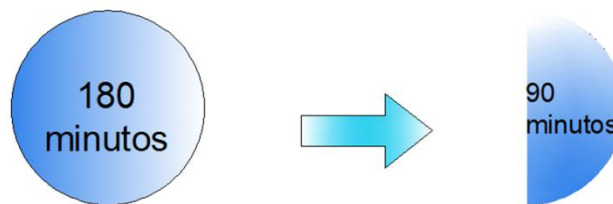


Ilustración 49 Resultado obtenido para cambio de modelo en rechazadora Z-130

Al reducir el tiempo indicado en la ilustración 49, la maquina Z-130 puede producir más piezas con la reducción del 50% logrando hacer más flexible la producción y con la posibilidad de realizar más cambios al día. Anteriormente el hacer dos cambios al día ocasionaba que se perdiera más de medio día productivo.

Los tamaños de lote de cada pieza son en promedio de 100 piezas para evitar hacer varios cambios y con ello perder tiempo productivo, ocasionando sobreinventario en el almacén de ensamble. Reduciendo el tiempo de paro de la Z-130 permite hacer por lo menos dos cambios al día y no afectar al programa de producción cuando existen pedidos urgentes.

En 90 minutos contemplados como productivos, se aumentan el número de piezas calculadas en la tabla 1 por cada tamaño de las piezas que se procesan en Z-130.

Estas piezas además representan ganancia en pesos para Soler y Palau, en otras palabras se llama costo de oportunidad, que se entiende a lo que se deja de ganar por seguir con el método tradicional.

Cuando los pedidos son urgentes, las piezas son fabricadas en tiempo extra aumentando el costo de producción que el cliente no está dispuesto a pagar, con la reducción del tiempo de cambio se pretende eliminar este costo innecesario.

Tabla 1 Costo de oportunidad de SMED

Modelo	Piezas aumentadas	Costo de oportunidad
T-AH 10	30	\$ 2,867.02
T-A 1215	25	\$ 2,587.04
T-A 1820	19	\$ 2,921.85
T-A 2224	17	\$ 5,343.94
T-A 2628	13	\$ 4,086.67
F-AH 10	15	\$ 3,708.88
F-AH 1215	9	\$ 2,858.96
F-AH 1820	7	\$ 3,057.03
F-AH 2224	5	\$ 5,691.58
F-AH 2628	5	\$ 5,149.08
F-AH 3033	4	\$ 5,378.29
E-MBW 12	21	\$ 3,796.52
E-MBW 20	5	\$ 2,392.16
E-MBW 18	5	\$ 2,791.62

Para lograr el resultado expuesto en párrafos anteriores, se realizó inversión para implementar las mejoras propuestas, por ejemplo en la compra de herramienta, pintura, reglas, etc. Dicha inversión fue de **\$51,622.26** pesos, anteriormente se mencionó la inversión en cada mejora realizada, este monto necesita estimarse en

cuanto tiempo se lograra recuperar para conocer a partir de cuantas piezas procesadas serán ganancia para Soler y Palau.

En la tabla 2 se calculó el número de cambios necesarios para recuperar el monto invertido en la implementación de mejoras en la maquina Z-130 ya que esto es la justificación de realizar el proyecto y la forma de ver los beneficios de forma monetaria. Se muestra en la columna de modelos, las piezas que están cargadas para procesar en Z-130 y en la columna de recuperar inversión se encuentra el número de cambios consecutivos que en base a su costo se necesitaran para conocer a partir de qué momento será ganancia el proyecto.

Tabla 2 Retorno de Inversión

MODELO	REC INVERSION
T-AH 10	16 cambios
T-A 1215	18 cambios
T-A 1820	16 cambios
T-A 2224	9 cambios
T-A 2628	12 cambios
F-AH 10	13 cambios
F-AH 1215	17 cambios
F-AH 1820	15 cambios
F-AH 2224	8 cambios
F-AH 2628	9 cambios
F-AH 3033	9 cambios
E-MBW 12	12 cambios
E-MBW 20	20 cambios
E-MBW 18	17 cambios

Los resultados obtenidos de aplicar el proyecto SMED en la rechazadora Z-130 fueron presentados en una reunión con los integrantes de Dirección General y jefes de departamento de la empresa Soler y Palau obteniendo comentarios positivos y autorización para seguimiento del proyecto.

CONCLUSIONES

Una empresa productiva es aquella que logra eliminar los desperdicios de sus procesos para llegar a hacer más de lo que se tiene planeado y cumplir con todo lo programado.

Con el desarrollo del proyecto se deja en claro que el realizar cambios de herramental en cualquier maquina se desperdicia tiempo productivo que la empresa tiene que absorber y pagar por el tiempo en que la maquina esta en set up. SMED es la oportunidad para aumentar la capacidad de producción de la maquinaria, logrando reducir en una primera etapa hasta el 50 % el tiempo de cambio de herramental

Con el proyecto finalizado se demuestra que la metodología SMED aplica para cualquier tipo de maquinaria y que se logran ahorros significativos, en este caso para la empresa Soler y Palau representa mayor eficiencia de la maquinaria y la posibilidad de disminuir niveles de inventario.

El secreto para usar de forma exitosa esta herramienta Lean es realizartodas las actividades posibles que comúnmente se hacen en un cambio, antes de que se termine de procesar la última pieza de un modelo anterior. Así como aprovechar el tiempo que se tiene en stop la máquina para hacer los ajustes necesarios para el nuevo modelo ya que no pueden hacerse antes. En la situación de Soler y Palau fue lo que permitió el cumplimiento de los objetivos planteados.

Para asegurar las mejoras implementadas y mantenerlas vigentes con el paso del tiempo se deben establecer procedimientos estándar de operación que sin importar de la persona quien las realice, sean las mismas en todo momento.

Invertir en la preparación y actitud del personal operativo sobre buscar una mejor forma de hacer su trabajo, así como dar a conocer los beneficios de aplicar cualquier proyecto, resultara en un colaborador con sentido de pertenencia a la empresa que aportara grandes resultados.

El trabajo en equipo de todos los involucrados es crucial para el logro de los objetivos, a cada integrante se le atribuye el mérito correspondiente ya que dos

cabezas piensan mejor que una y cuando son más, mucho mejor. Gracias a la capacidad, experiencia, comunicación y habilidad de los miembros del equipo se redujo el tiempo de la rechazadora, manteniéndose en equipo en todo momento.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones sobre la aplicación de la metodología SMED se detallan a continuación:

- Aplicar la herramienta Lean conocida como SMED a las demás máquinas de la empresa Soler y Palau.
- Dar seguimiento a las actividades implementadas, revisar el uso de la hoja de descripción de actividades y que se respete, mantener la costumbre de preparar el material antes del paro de la maquinaria.
- Medir el tiempo de 90 minutos para realizar cambio de modelo y asegurar que se siga respetando.
- Capacitar al personal sobre herramientas Lean Manufacturing para mejorar aún más las condiciones de trabajo.
- Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo a la máquina Z-130, ya que es solamente correctivo.
- Asegurarse de la atención inmediata del montacarguista para bajar molde de rack y colocar en el área.
- Tener procesos sincronizados en todas las áreas de Soler y Palau para eliminar los pedidos urgentes que desequilibran el ritmo de producción.

ANEXOS

Anexo 1. Formato de registro de actividades en un cambio

Análisis SMED para reducción de tiempos de cambios

Área: Nave 4

Máquina: Rechazadora

Molde actual: Pieza F-A 30/33

Molde cambio: Pieza E-MB 200

Tiempo actual de cambio: 2:16:00

No.	Operación de cambio	Operadores		Tiempo acumulado	Tiempo	Seg	Clasificación de actividad		Comentario
		1	2				Interno	Externo	
1	limpieza de aceite	x		00:01:00	1.00	60	v		
2	buscar llave	x		00:01:35	0.58	35	v		tener herramienta cerca
3	buscar llave		x	00:02:21	0.77	46	v		tener herramienta cerca
4	aflojar, retroceder y apretar chino	x		00:03:02	0.68	41	v		
5	dejar llave, ir por botonera y mover grua	x		00:04:12	1.17	70	v		tener grua ya en lugar
6	preparar argolla y cuerda		x	00:04:36	0.40	24	v		tener herramienta cerca
7	colocar argollas en faldon	x	x	00:06:20	1.73	104	v		
8	poner cuerdas y sujetarlas a grua			00:07:30	1.17	70	v		tener cuerdas cerca
9	mover grua y molde	x		00:08:10	0.67	40	v		
10	aflojar tornillos de faldon		x	00:09:19	1.15	69	v		se necesita otra llave
11	aflojar tornillos de faldon	x	x	00:10:14	0.92	55	v		
12	mover faldon	x		00:12:10	1.93	116	v		moverlo cerca de la maquina
13	ajustar cuerdas para retirar una argolla	x		00:12:24	0.23	14	v		
14	elevant faldon	x		00:12:49	0.42	25	v		
15	quitar cuerda y argolla inferior	x	x	00:13:26	0.62	37	v		lo puede hacer una sola persona
16	elevant molde	x		00:13:42	0.27	16	v		
17	poner tarima y soporte		x	00:14:19	0.62	37	v		tener cerca tarima
18	bajar molde y ajustar en tarima	x		00:15:36	1.28	77	v		
19	retirar cuerdas y tornillos de faldon	x	x	00:18:51	3.25	195	v		tener herramienta a la mano para no buscarla
20	acomodar argollas y cuerdas en faldon	x	x	00:20:18	1.45	105	v		
21	elevant molde y ajustar entarima	x		00:21:07	0.82	49	v		
22	quitar cuerdas y argollas	x	x	00:21:52	0.75	45	v		
23	colocar argolla, cuerda y elevar contrapunto	x		00:22:32	0.67	40	v		
24	aflojar tornillo contrapunto		x	00:24:18	1.77	106	v		
25	mover contrapunto	x		00:25:13	0.92	55	v		
26	quitar argolla		x	00:25:27	0.23	14	v		
27	preparar pistola		x	00:26:07	0.67	40	v		tener pistola lista en donde se ocupara
28	aflojar tuercas de carro	x		00:28:01	1.90	114	v		
29	ajustar tornillos de carro a un lado		x	00:30:28	2.45	147	v		
30	colocar cuerda en carro	x		00:31:31	1.05	63	v		
31	aflojar tornillos de tope (base carro)		x	00:32:26	0.92	55	v		
32	limpieza de aceite y elevar grua		x	00:32:44	0.30	18	v		
33	mover herramienta a contrapunto		x	00:33:38	0.90	54	v		
34	aflojar tornillos contrapunto		x	00:34:24	0.77	46	v		
35	tiempo sin actividad			00:35:40	1.27	76	v		
36	aflojar tornillo y recorrer contrapunto	x		00:36:38	0.97	58	v		
37	mover carro a nueva posición	x		00:37:43	1.08	65	v		
38	colocar tope a base carro		x	00:38:40	0.95	57	v		llave allen neumatica
39	centrar carro en posicion	x		00:41:40	3.00	180	v		
40	limpieza de aceite y ajustar		x				v		realizar limpieza antes
41	ajustar carro	x		00:43:20	1.67	100	v		
42	preparar herramienta	x					v		tener herramienta lista
43	acomodar tornillos de carro		x	00:44:23	1.05	63	v		
44	quitar primer molde de carro	x		00:46:00	1.62	97	v		
45	ajustar tornillos de carro		x				v		
46	girar y quitar segundo molde	x		00:48:31	2.52	151	v		
47	ajustar tornillos de carro, buscar patin		x				v		tener patin cerca
48	quitar tercer molde	x		00:49:44	1.22	73	v		
49	mover faldon		x				v		no mover faldon
50	buscar molde nuevo	x		00:50:28	0.73	44	v		se debe tener ya listo
51	mover faldon		x				v		puede moverse despues
52	colocar nuevo molde	x		00:51:52	1.40	84	v		
53	mover faldon		x				v		puede moverse despues
54	ajustes en ordenador de maquina	x		00:53:39	1.78	107	v		ya debe estar listo
55	traspaleo de nuevo molde		x				v		
56	ajustes en ordenador de maquina	x		00:55:08	1.48	89	v		
57	poner argolla y mover grua		x				v		
58	poner cuerda, elevar molde	x	x	00:56:05	0.95	57	v		
59	limpiar molde		x	00:56:25	0.33	20	v		se puede limpiar antes
60	aflojar tornillos de embocadura y mover a maquina	x		00:57:43	1.30	78	v		ya tener aflojados los tronillos
61	ajustar maquina y colocar molde	x		00:59:54	2.18	131	v		
62	colocar y apretar tuercas	x	x	01:02:04	2.17	130	v		solo hay una llave
63	quitar cuerda, argolla, guardar moldes y ajustes		x	01:05:46	3.70	222	v		
64	ajustes en ordenador de maquina	x					v		
65	ajustes en ordenador de maquina	x		00:12:51	12.85	771	v		operario con tiempo muerto
66	sin actividad		x				v		
67	colocar topes a molde	x		00:14:52	2.02	121	v		
68	mover tarima y buscar pieza		x				v		
69	buscar lima, lijar embocadura y lubricar	x		00:17:23	2.52	151	v		
70	poner pieza en molde y poner placa en piso		x				v		
71	preparar herramienta	x		00:18:26	1.05	63	v		
72	buscar herramienta		x				v		
73	colocar pieza en molde y buscar nueva pieza	x		00:20:16	1.83	110	v		
74	preparar herramienta y buscar pieza		x				v		
75	colocar pieza a molde	x		00:21:20	1.07	64	v		
76	ajustar maquina y correr primera pieza		x	00:24:20	3.00	180	v		
77	lijar embocadura		x				v		
78	retirar primera pieza, ir por aro, inspeccionar	x		00:26:55	2.58	155	v		tener a la mano aros de inspeccion
79	lijar embocadura		x				v		
80	ajustar maquina, lijar embocadura y colocarla en maquina	x		00:31:44	4.82	289	v		revisar tornillos que esten en buen estado
81	correr, retirar e inspeccionar segunda pieza	x		00:36:08	4.40	264	v		
82	lijar embocadura		x				v		
83	ajustar maquina, colocar tercera pieza	x		00:38:22	2.23	134	v		se espera un momento pieza que termine de lijar
84	lijar embocadura		x				v		
85	correr, retirar e inspeccionar tercera pieza	x		00:42:00	3.63	218	v		
86	lijar embocadura		x				v		
87	ajustar maquina y colocar cuarta pieza	x		00:44:09	2.15	129	v		
88	lijar embocadura		x				v		
89	correr, retirar e inspeccionar cuarta pieza	x		00:48:02	3.88	233	v		
90	lijar embocadura		x				v		

Anexo 2. Análisis para convertir actividades internas en externas

Análisis SMED para reducción de tiempos de cambios

Área: Nave 4
Máquina: Rechazadora

Molde actual: Pieza F-A 30/33
Molde cambio: Pieza E-MB 200
Tiempo actual de cambio: 2:16:00

No.	Operación de cambio	Operadores		Tiempo acumulado	Tiempo	Seg	Clasificación de actividad		Comentario
		1	2				Interno	Externo	
1	limpieza de aceite	x		00:01:00	1.00	60		v	
2	buscar llave	x		00:01:35	0.58	35		v	tener herramienta cerca
3	buscar llave		x	00:02:21	0.77	46		v	tener herramienta cerca
4	aflojar, retroceder y apretar chino	x		00:03:02	0.68	41	v		
5	dejar llave, ir por botonera y mover grua	x		00:04:12	1.17	70		v	tener grua ya en lugar
6	preparar argolla y cuerda		x	00:04:36	0.40	24		v	tener herramienta cerca
7	colocar argollas en faldon	x	x	00:06:20	1.73	104	v		
8	poner cuerdas y sujetarlas a grua			00:07:30	1.17	70	v		tener cuerdas cerca
9	mover grua y molde	x		00:08:10	0.67	40	v		
10	aflojar tornillos de faldon		x	00:09:19	1.15	69	v		se necesita otra llave
11	aflojar tornillos de faldon	x	x	00:10:14	0.92	55	v		
12	mover faldon	x		00:12:10	1.93	116	v		moverlo cerca de la maquina
13	ajustar cuerdas para retirar una argolla	x		00:12:24	0.23	14		v	
14	eleva faldon	x		00:12:49	0.42	25		v	
15	quitar cuerda y argolla inferior	x	x	00:13:26	0.62	37	v		lo puede hacer una sola persona
16	eleva molde	x		00:13:42	0.27	16		v	
17	poner tarima y soporte		x	00:14:19	0.62	37		v	tener cerca tarima
18	bajar molde y ajustar en tarima	x		00:15:36	1.28	77		v	
19	retirar cuerdas y tornillos de faldon	x	x	00:18:51	3.25	195		v	tener herramienta a la mano para no buscarla
20	acomodar argollas y cuerdas en faldon	x	x	00:20:18	1.45	105		v	
21	eleva molde y ajustar entarima	x		00:21:07	0.82	49		v	
22	quitar cuerdas y argollas	x	x	00:21:52	0.75	45		v	
23	colocar argolla, cuerda y elevar contrapunto	x		00:22:32	0.67	40	v		
24	aflojar tornillo contrapunto		x	00:24:18	1.77	106	v		
25	mover contrapunto	x		00:25:13	0.92	55	v		
26	quitar argolla		x	00:25:27	0.23	14	v		
27	preparar pistola		x	00:26:07	0.67	40		v	tener pistola lista en donde se ocupara
28	aflojar tuercas de carro		x	00:28:01	1.90	114	v		
29	ajustar tornillos de carro a un lado		x	00:30:28	2.45	147	v		
30	colocar cuerda en carro	x		00:31:31	1.05	63	v		
31	aflojar tornillos de tope (base carro)		x	00:32:26	0.92	55	v		
32	limpieza de aceite y elevar grua	x		00:32:44	0.30	18		v	
33	mover herramienta a contrapunto		x	00:33:38	0.90	54	v		
34	aflojar tornillos contrapunto		x	00:34:24	0.77	46	v		
35	tiempo sin actividad			00:35:40	1.27	76			
36	aflojar tornillo y recorrer contrapunto	x		00:36:38	0.97	58	v		
37	mover carro a nueva posición	x		00:37:43	1.08	65	v		
38	colocar tope a base carro		x	00:38:40	0.95	57	v		llave allen neumatica
39	centrar carro en posición	x		00:41:40	3.00	180	v		
40	limpieza de aceite y ajustar		x	00:43:20	1.67	100	v		realizar limpieza antes
41	ajustar carro	x					v		
42	preparar herramienta	x		00:44:23	1.05	63		v	tener herramienta lista
43	acomodar tornillos de carro		x				v		
44	quitar primer molde de carro	x		00:46:00	1.62	97	v		
45	ajustar tornillos de carro		x				v		
46	girar y quitar segundo molde	x		00:48:31	2.52	151	v		
47	ajustar tornillos de carro, buscar patin		x				v		tener patin cerca
48	quitar tercer molde	x		00:49:44	1.22	73	v		
49	mover faldon		x				v		no mover faldon
50	buscar molde nuevo	x		00:50:28	0.73	44		v	se debe tener ya listo
51	mover faldon		x				v		puede moverse despues
52	colocar nuevo molde	x		00:51:52	1.40	84	v		puede moverse despues
53	mover faldon		x				v		
54	ajustes en ordenador de maquina	x		00:53:39	1.78	107	v		ya debe estar listo
55	traspaleo de nuevo molde		x				v		
56	ajustes en ordenador de maquina	x		00:55:08	1.48	89	v		
57	poner argolla y mover grua		x				v		
58	poner cuerda, elevar molde	x	x	00:56:05	0.95	57	v		
59	limpiar molde		x	00:56:25	0.33	20		v	se puede limpiar antes
60	aflojar tornillos de embocadura y mover a maquina	x		00:57:43	1.30	78	v		ya tener aflojados los tronillos
61	ajustar maquina y colocar molde	x		00:59:54	2.18	131	v		
62	colocar y apretar tuercas	x	x	01:02:04	2.17	130	v		solo hay una llave
63	quitar cuerda, argolla, guardar moldes y ajustes		x	01:05:46	3.70	222	v		
64	ajustes en ordenador de maquina	x					v		
65	ajustes en ordenador de maquina	x		00:12:51	12.85	771			operario con tiempo muerto
66	sin actividad		x						
67	colocar topes a molde	x		00:14:52	2.02	121	v		
68	mover tarima y buscar pieza		x				v		
69	buscar lima, lijar embocadura y lubricar	x		00:17:23	2.52	151		v	
70	poner pieza en molde y poner placa en piso		x				v		
71	preparar herramienta	x		00:18:26	1.05	63		v	
72	buscar herramienta		x				v		
73	colocar pieza en molde y buscar nueva pieza	x		00:20:16	1.83	110	v		
74	preparar herramienta y buscar pieza		x				v		
75	colocar pieza a molde	x		00:21:20	1.07	64	v		
76	ajustar maquina y correr primera pieza	x		00:24:20	3.00	180	v		
77	lijar embocadura		x				v		
78	retirar primera pieza, ir por aro, inspeccionar	x		00:26:55	2.58	155	v		tener a la mano aros de inspeccion
79	lijar embocadura		x				v		
80	ajustar maquina,	x		00:31:44	4.82	289	v		revisar tornillos que esten en buen estado
81	lijar embocadura y colocarla en maquina		x				v		
82	correr, retirar e inspeccionar segunda pieza	x		00:36:08	4.40	264	v		
83	lijar embocadura		x				v		
84	ajustar maquina, colocar tercera pieza	x		00:38:22	2.23	134	v		se espera un momento pieza que termine de lijar
85	lijar embocadura		x				v		
86	correr, retirar e inspeccionar tercera pieza	x		00:42:00	3.63	218	v		
87	lijar embocadura		x				v		
88	ajustar maquina y colocar cuarta pieza	x		00:44:09	2.15	129	v		
89	lijar embocadura		x				v		
90	correr, retirar e inspeccionar cuarta pieza	x		00:48:02	3.88	233	v		
91	lijar embocadura		x				v		


Anexo 3. Formato del Check List




CHECK LIST

	Medida llave	Estado	
		Listo	Falta
Llave para recorrer chino	26 mm		
Dado para tornillos de carro	30mm		
Llave allen para topes de carro	1/4"		
Llave allen para sujetar brazo carro	14mm		
Llave para sujetar herramienta carro	17mm		
Llave para ajustar cuchilla	24mm		
Llave para apretar tornillos molde	24mm		
Dado para apretar contrapunto	30mm		
Llave allen para aflojar chino	5/16"		
Llave para tornillos de base chino	24mm		
Llave para asegurar chino (parte trasera)	3/4"		
Dado para tornillo sin fin contrapunto	41mm		
Llave para tornillos apoyo de chapa	24mm		
Llave allen para prisionero de apoyo de chapa	1/4"		
Llave para tornillos de cuchilla	27mm		
Llavero de laines			
Centrador			
Tubos			
Pistola neumatica			
Flexometro			
Desarmador			
Mamelon			
Grua en posicion a ocupar			
Eslingas para carro			
Nueva herramienta para cabezal			
Molde listo en tarima			
Molde contrapunto en tarima			
Argollas y cuerdas puestas en contrapunto			
Argollas y cuerdas puestas en molde			
Cuerda para apoyo de chapa			
Medidas de nueva posicion			
Plantillas para inspeccion de primera pieza			
Nueva pieza de chino			
Trapos de limpieza			
Calzas listas			

Anexo 4. Hoja Descripción de actividades

 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PARA DESMONTAR MOLDE		
T-A, F-A, D-OM		
No	Responsable 1	Responsable 2
1	Recorrer chino	Mover cabezal de carro para que no estorbe
2		abrir contrapunto, poner argollas y eslingas
3		aflojar tornillos de carro
4	aflojar tornillos de molde	aflojar tornillos de molde
5	mover y bajar molde a tarima	aflojar topes de carro
6	quitar tornillos de contrapunto	aflojar tornillos de contrapunto base
7	bajar contrapunto	recorrer y bajar centrador
E-MB		
No	Responsable 1	Responsable 2
1	mover cabezal de carro	poner argollas y eslingas
2	aflojar tornillos de molde	aflojar tornillos de molde
3	mover y bajar molde a tarima	aflojar tornillos de carro
4		aflojar topes de carro
C-ON		
No	Responsable 1	Responsable 2
1	abrir contrapunto, mover cabezal de carro	poner argollas y eslingas
2	aflojar tornillos de molde	aflojar tornillos de molde
3	mover y bajar molde a tarima	aflojar tornillos de carro
4	aflojar tornillos de contrapunto	aflojar topes de carro
	bajar contrapunto a tarima	aflojar tornillos de contrapunto base
O-ID		
No	Responsable 1	Responsable 2
1	poner argollas y eslingas	aflojar topes de carro
2	aflojar tornillos de molde	aflojar tornillos de molde
3	mover y bajar molde a tarima	aflojar tornillos de carro

Anexo 5. Hoja Descripción de Actividades

 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PARA MONTAR MOLDE		
APLICA PARA T-A, F-A, D-OM		
No	Responsable 1	Responsable 2
1	subir o bajar cuchilla	ajustar contrapunto a distancia
2	poner cuerda a carro y elevar	poner topes (aplica mover por debajo tornillos)
3	centrar carro con grua	ajustar cabezal para centrar carro
4	colocar cuerda, ajustar apoyo de chapa	colocar tornillos de carro y apretar
5		apretar tornillos de contrapunto base
6	cambiar pieza de chino	cambiar pieza de chino
7	poner mamelon a molde (si aplica)	poner mamelon a molde (si aplica)
8	poner cuerda a grua y mover molde	quitar herramienta de cabezal
9	colocar tornillos de molde y apretar	colocar tornillos de molde y apretar
10	colocar cuerda a grua y mover contrapunto	poner nueva herramienta a cabezal
11	atornillar contrapunto	quitar cuerdas y argollas restantes
12	ajustar cuchilla	ajustar chino a la altura requerida
13	ajustar centrador	ajustar centrador (si aplica)
14	copiado	preparar material de primera pieza
15	copiado	
APLICA PARA E-MB, O-ID		
No	Responsable 1	Responsable 2
1	poner cuerda a carro y elevar	poner topes (aplica mover por debajo tornillos)
2	centrar carro	colocar tornillos de carro y apretar
3	ajustar contrapunto a distancia	quitar herramienta de cabezal
4	poner cuerda a grua y mover molde	poner nueva herramienta a cabezal
5	colocar tornillos de molde y apretar	colocar tornillos de molde y apretar
6	copiado	quitar cuerdas y argollas restantes
7	copiado	preparar material de primera pieza
APLICA PARA C-ON		
No	Responsable 1	Responsable 2
1	poner cuerda a carro y elevar	poner topes (aplica mover por debajo tornillos)
2	centrar carro	colocar tornillos de carro y apretar
3	colocar cuerda, aflojar tornillos de apoyo de chapa	ajustar contrapunto a distancia
4	poner cuerda a grua y mover molde	quitar herramienta de cabezal
5	colocar tornillos de molde y apretar	colocar tornillos de molde y apretar
6	colocar cuerda a grua y mover contrapunto	poner nueva herramienta a cabezal
7	atornillar contrapunto	apretar tornillos de contrapunto base
8	copiado	quitar cuerdas y argollas restantes
9	copiado	preparar material de primera pieza
10	ajustar herramientas de corte	ajustar herramientas de corte

BIBLIOGRAFÍA

- ConocimientosWeb* . s.f. <http://www.conocimientosweb.net/portal/article2576.html>
(último acceso: 6 de Diciembre de 2015).
- Cruelles, José Agustín. «Mejora de métodos y tiempos de fabricación.» En *Mejora de métodos y tiempos de fabricación*, de José Agustín Cruelles, 218-221. Zedecom, s.f.
- «Entidad Nacional de Acreditación.» *Entidad Nacional de Acreditación*. s.f. www.enac.es/web/enac/inicio (último acceso: 09 de Marzo de 2016).
- Ortiz, David. «Mundo HVAC&R.» *Mundo HVAC&R*. s.f. www.mundohvacr.com.mx/mundo/2008/11/laboratorio-acreditado-amca/#
(último acceso: 09 de Marzo de 2016).
- Serope Kalpakjian, Steven R. Schmid. «Manufactura, ingeniería y tecnología.» En *Manufactura, ingeniería y tecnología*, de Steven R. Schmid Serope Kalpakjian, 424, 425. México: Pearson , 2002.
- «Lean Manufacturing paso a paso.» De Luis Socconini. México: Norma Ediciones, 2008.
- «Soler y Palau España.» s.f. <http://www.solerpalau.es> (último acceso: 09 de Marzo de 2016).
- «Soler y Palau México.» s.f. <http://www.soler-palau.mx/> (último acceso: 09 de Marzo de 2016).
- «U.S. Green Building Council.» *U.S. Green Building Council*. s.f. <http://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs10716.pdf> (último acceso: 09 de Marzo de 2016).