

**[Agosto
2018]**



Jennifer Silva Guerra

**REPORTE FINAL PARA LA TITULACIÓN
INTEGRAL DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA EN GESTIÓN
EMPRESARIAL**

**[INCREMENTO DE SPM EN TF
1500]**

YOROZU MEXICANA S.A. DE C.V.

ING. GERARDO LÓPEZ SALAS
Asesor externo

DR. JOSÉ ALONSO DENA AGUILAR
Asesor interno

Junio de 2018

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de antemano al Ingeniero Gerardo López quien me apoyó para el buen cumplimiento del proyecto "Incremento de SPM en TF 1500" así como permitirme tener una de las mejores experiencias laborales dentro de la empresa YOROZU MEXICANA S.A. de C.V.

Al Ingeniero José Luis García quien me guío y retroalimentó para hacer un buen trabajo durante mi estancia en Y-MEX.

RESUMEN

“INCREMENTO DE SPM EN TF 1500”

Por: **JENNIFER SILVA GUERRA**

YOROZU MEXICANA S.A. de C.V. es una empresa del giro automotriz que se dedica a la fabricación de suspensiones y componentes periféricos. Dentro de sus procesos se encuentra el área de estampado donde se produce metal estampado. En particular, la empresa requiere establecer acciones de mejora en dicho proceso de estampado de la línea de producción Transfer 1500. Lo anterior debido a que se presentan tiempos de paro innecesarios en la banda de alimentación (*Destack*) ocasionados por deficiencias en equipos y operaciones. Durante el periodo de julio a agosto de 2017 estos tiempos de paro fueron de 3,980 minutos.

En este trabajo se aplicaron las metodologías de Kaizen y del estudio del trabajo para proponer soluciones en reducir los tiempos de paro y elevar el SPM (tiempo de producción) de 11 strokes/golpes/piezas por minuto de la prensa en adelante. Se detectó que la causa raíz que generaban los tiempos de paro fue el desplazamiento de la plantilla al subir a la placa flotante dentro del proceso de la banda de alimentación. La propuesta de solución consistió en implementar dos nuevos sistemas de bases (para 2 números de parte) como componentes para la banda de alimentación.

Se logró disminuir el tiempo de paro a un 0.8% y 0.6% de afectación para el mes de noviembre de 2017, además de eliminar el desplazamiento de la plantilla. Adicionalmente a lo anterior, se consiguió un aumento de la velocidad de trabajo (revoluciones por minuto) de la prensa para 5 números de parte. Lo anterior como una estrategia adicional para alcanzar el incremento de SPM que se proyecta a un resultado de 11.3 strokes por minuto (antes 11).

Dirigido por:

Ing. Gerardo López Salas

Dr. José Alonso Dena Aguilar

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción de la empresa y del puesto o área de trabajo del residente.....	2
1.2 Problema(s) a resolver.....	3
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación.....	6
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Componentes del proceso TF1500.....	7
2.1.1 Estampado de acero.....	7
2.1.2 Características generales de la máquina AIDA TF1500.....	7
2.1.3 Componentes prioritarios de la máquina AIDA TF1500.....	8
2.1.4 RPM y SPM.....	12
2.2 Estudio del trabajo.....	13
2.2.1 Estudio de métodos, tiempos y movimientos.....	13
2.2.2 Procedimiento básico para el estudio del trabajo.....	14
2.3 Kaizen una filosofía orientada a la mejora continua.....	15
2.3.1 Punto de partida Kaizen.....	15
2.3.2 Muda.....	16
III. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	17
3.1 Estudio del trabajo.....	17
3.1.1 Estudio de los métodos de realización de los procesos.....	17
3.1.2 Estudio de tiempos y movimientos.....	17

	Pág.
3.2 Diseño para el sistema de clampado de base general y completa para <i>magazine</i>	18
3.2.1 Determinación de áreas de ajuste y/o fabricación.....	18
3.2.2 Fabricación de los nuevos sistemas de clampado de bases para <i>magazine</i>	21
3.3 Ajuste de la placa flotante del número de parte 55511 1EL000Y.....	23
3.3.1 Determinación de mejoras.....	23
3.4 Aumento de RPM.....	24
3.4.1 Observación previa del comportamiento del proceso de los números en línea.....	24
3.4.2 Selección de los números de parte aumento.....	25
3.4.3 Pruebas de aumento de RPM objetivo.....	25
3.5 Cronograma de actividades.....	27
IV. RESULTADOS	28
4.1 Estudio del trabajo.....	28
4.2 Diseño de un sistema de clampado de bases para <i>magazine</i>	29
4.2.1 Diseño de base general.....	29
4.2.2 Diseño de base completa y ajuste de placa flotante.....	31
4.3 Aumento de RPM.....	33
4.4 Estandarización de cambios.....	39
V. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y EXPERIENCIA PROFESIONAL ADQUIRIDA	40
VI. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS	41
VII. FUENTES DE INFORMACIÓN	42
Anexo 1. Componentes básicos del proceso de Transfer 1500	43

	Pág.
Anexo 2. Carta de aceptación por parte de la empresa para la residencia profesional.....	44
Anexo 3. Carta de terminación por parte de la empresa para la residencia profesional.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama de la empresa y del área de residencia.....	3
Figura 2. Componentes de la prensa AIDA Transfer 1500.....	8
Figura 3. Esquema del <i>magazine</i> con plantilla.....	9
Figura 4. Esquema del flujo de operación de la plantilla dentro del <i>Distacker</i>	9
Figura 5. Esquema del mecanismo de sujeción (dedos).....	11
Figura 6. Estudio del trabajo. Método sistemático para el aumento de productividad.....	13
Figura 7. Deficiencias de la condición anterior de la base general.....	19
Figura 8. Deficiencias de la condición anterior de base completa 55511 1EL000Y	20
Figura 9. Especificaciones de mejora en base general y cajón 55262 1EL000Y...	22
Figura 10. Especificaciones de mejora en base completa 55511 1EL000Y.....	22
Figura 11. Especificaciones de mejora en Placa Flotante 55511 1EL000Y.....	23
Figura 12. Nuevo sistema de clampado y cajón de 55262 EL000Y en función.....	29
Figura 13. Presentación final de Sistema de clampado de base general en producción normal.....	30
Figura 14. Reducción de porcentaje de afectación por el nuevo sistema.....	31

	Pág.
Figura 15. Eliminación de desplazamiento de plantilla al subir a placa flotante.....	32
Figura 16. Porcentaje de afectación octubre-noviembre 2017.....	33
Figura 17. Proyección de SPM por aumento en RPM.....	34
Figura 18. Proyección de incremento de SPM de parte 55431/2 3SH0AY.....	35
Figura 19. Proyección de incremento de SPM de parte 43032/3 3SH0BY.....	36
Figura 20. Proyección de incremento de SPM de parte 55511 5RB0A.....	36
Figura 21. Proyección de incremento de SPM de parte 544H2/3 5RB0A.....	37
Figura 22. Proyección de incremento de SPM de parte 54504 5RB0A.....	37
Figura 23. Proyección de incremento de SPM nivel línea TF1500.....	38
Figura 24. Proyección de incremento de productividad nivel línea TF1500.....	39
Figura 25. Plantilla (materia prima) a imprimir.....	43
Figura 26. Cajón (<i>magazine</i>).....	43
Figura 27. <i>Poka Yoke</i> de <i>magazine</i>	43
Figura 28. Bases donde se coloca el <i>magazine</i>	43
Figura 29. Banda de alimentación (<i>Distacker</i>).....	43

Figura 30. Banda flotante.....	Pág. 43
---------------------------------------	--------------------------

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tiempo promedio de ejecución de las actividades de la banda de alimentación.....	18
Tabla 2. Números de parte para aumento de RPM.....	25
Tabla 3. Números con aumento de RPM.....	26
Tabla 4. Resultados de toma de tiempos con nuevo diseño.....	27
Tabla 5. Proyección de aumento de RPM.....	32

I. INTRODUCCIÓN

YOROZU MEXICANA S.A de C.V. es una empresa de presencia mundial dedicada a la fabricación de partes de automóviles basado principalmente en la suspensión y sus componentes periféricos. Su planta en el Estado de Aguascalientes se ubica en el Municipio de San Francisco de los Romo y como parte de su proceso de actualización 2017 se propone implementar acciones de mejora (Kaizen) en sus líneas de operación para evitar paros innecesarios e incrementar su tiempo de producción (SPM), así como su productividad.

Dentro de este panorama una de sus metas de mejora es incrementar el SPM (tiempo de producción) a partir de 11 strokes/golpes/piezas por minuto en la línea de producción TF (transfer) 1500 (capacidad de maquinaria, en toneladas) mediante la disminución de los tiempos de paro (tiempo muerto) correspondientes a cada uno de los departamentos que integran la planta estampado, esto es, producción, control de producción, troqueles, mantenimiento, ingeniería y calidad.

En particular dentro del departamento de ingeniería de manera presencial se identificó los problemas en la banda de alimentación (*Destack*) y que afectan a la línea, y apoyándose en el registro de los reportes de paro del mes de julio y agosto de 2017 se comprobó un total de 3,980 minutos muertos lo que se representa 66 horas y 33 minutos no productivas.

En este proyecto se propone establecer un plan de acción de mejora basado en el estudio de trabajo y metodología Kaizen para lograr la reducción de tiempos de paro en *Destack* e incrementar el SPM a partir de 11 piezas por minuto en la línea TF 1500 estableciendo un proceso continuo y eficiente.

En específico, se analizará el método de trabajo de las actividades que principalmente generan paro, donde 2 números de parte, 55262 1EL000Y y 55511 1EL000Y son los que presentan mayor afectación. Como mejora al proceso, el incremento del RPM (revoluciones por minuto) es una de las estrategias de apoyo al aumento del SPM, en el que consiste en el aumento de velocidad de operación de la máquina para algunos números de parte, produciendo más piezas en el mismo tiempo de trabajo, teniendo impacto en la productividad.

1.1 Descripción de la empresa y del puesto o área de trabajo del residente

El ramo económico de la empresa es el automotriz, específicamente se dedica a la fabricación de partes de suspensión para automóviles de diversas marcas de prestigio internacional. Sus políticas de misión, visión, objetivos y principales clientes de la empresa son:

Misión

Proporcionar a sus clientes productos para suspensiones y partes automotrices de alta calidad que contribuya a la satisfacción y seguridad de las personas que utilizan vehículos.

Visión

Lograr mantenerse en primer lugar respecto a la confianza de sus clientes, realizando actividades para la reducción de costos y mejorando de manera continua sus procesos y la calidad de sus productos.

Objetivos de la empresa

Ofrecer productos de la más alta calidad lo cual permite obtener la confianza de sus clientes.

Principales clientes de la empresa

- Nissan.
- Mercedes Benz.
- Volkswagen.
- Honda.
- Ford.

En la Figura 1 se presenta el organigrama de la planta “Estampado” de la empresa, así como el área de trabajo del residente. Las funciones del residente son propias del proyecto de residencia y se enfocan a la mejora continua de los procesos realizando la toma de tiempos y conformando el estudio del trabajo del área de

influencia del proyecto con la finalidad de diseñar y fabricar las bases de soporte del producto a manufacturar y establecer las condiciones de velocidad de operación de la maquinaria empleada.

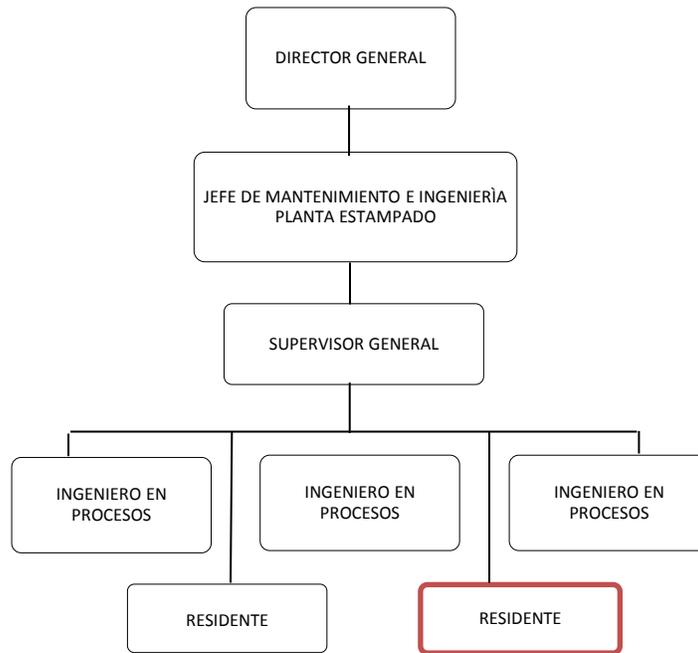


Figura 1. Organigrama de la empresa y del área de residencia.

1.2 Problema(s) a resolver

Durante los meses de julio y agosto de 2017, la línea de producción TF 1500 registró alrededor de 66 horas con 33 minutos de tiempo de paro innecesario, del cual el 55.72 % de ese tiempo es ocasionado por problemas en la banda de alimentación (*Distacker*). La función de la banda de alimentación depende de dos secciones, la primera conformada por dos carros transportadores y la segunda por una placa flotante (mesa).

Por otro lado, la operación de la línea TF 1500 consta de una serie de troqueles de estampado de “plantilla” de lámina de acero (materia prima para estampado de la pieza), la cual posee dimensiones diferentes según el modelo y número de parte de que se trate. La plantilla durante todo el proceso de producción debe estar a nivel y no registrar ninguna vibración o desplazamiento para estar dentro de los parámetros de calidad y funcionalidad requeridos.

El proceso de producción comienza en la entrada de la banda de alimentación donde los dos carros transportadores se encuentran alineados en serie y cada uno contiene un cajón, denominado *magazine*, cargado con materia prima (plantilla de lámina de acero). Posteriormente el *magazine* es trasladado a una placa flotante para ingresar a la etapa de transformación. Para lo anterior, se adapta un sistema de sujeción entre el *magazine*, un adaptador (base) y el carro. La base es colocada en el carro y sobre esta se coloca el *magazine*. Sin embargo por las diferencias dimensionales entre los tres elementos se emplean pernos en los costados de cada uno de ellos para mantenerlos en posición. Enseguida la plantilla sube a la placa flotante (por medio de un elevador que forma parte del carro) y es enderezada por topes y mediante magnetos es desprendida de la placa para inmediatamente ser tomada por copas de succión y conducida a la siguiente etapa.

Derivado de lo anterior, se han detectado las siguientes áreas de mejora:

1.- Carros transportadores.

- El *magazine* sujeto a la base presenta movilidad. Un perno a cada lado no es suficiente sujeción para soportar las vibraciones naturales del proceso.
- En las paredes internas del *magazine*, se tiene un *Poka Yoke* (pilares que apoyan a que las plantillas sean colocadas apropiadamente). Sin embargo el espacio entre los topes del *Poka Yoke* es considerablemente amplio para el proceso, lo que provoca que la plantilla pueda desajustarse durante su manipulación.
- Las bases en los carros presentan movimiento, por las holguras donde se sujetan los pernos ya que tienen un diámetro muy amplio.
- La estructura de soporte del equipo ya es antiguo y desgastado.

2. Placa Flotante (mesa)

- Cada número de parte cuenta con su propia placa flotante ya que las características varían por la forma de la plantilla. En algunos números el equipo ya es antiguo y desgastado, lo que provoca deformaciones del producto y mayor gasto energético al no operar adecuadamente.

- La placa está prevista de topes con pequeñas uñas de sujeción, las cuales sujetan las plantillas al momento de que suben, mediante los magnetos son despegadas de la placa. Sin embargo el lugar y la posición de estos elementos no cumple con lo que está establecido.
- A causa de la mala alineación del *magazine* en el carro transportador, se sube incorrectamente la plantilla a la placa, lo que provoca que choque con los topes y magnetos y éstos se muevan o se tuerzan.

Por el proceso anteriormente descrito, se ha detectado que el problema prioritario a tener en cuenta en el presente proyecto, es la variación dimensional entre la plantilla, base y el carro, debido a que al no estar la plantilla alineada correctamente durante su proceso se generan tiempos de paro por tener que reacomodar el equipo alimentador y las piezas previo a su proceso subsecuente. El estudio se enfocó a las piezas con número de parte 55262 1EL000Y y 55511 1EL000Y.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Incrementar el SPM a partir de 11 strokes/golpes/piezas por minuto en la línea TF 1500 mediante la disminución de los tiempos de paro innecesarios en el área de estampado para establecer un proceso continuo y eficiente por medio del estudio del trabajo aplicando la filosofía Kaizen.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Establecer un nuevo sistema de sujeción entre los elementos de la plantilla, la base y el carro para minimizar o eliminar las vibraciones y desplazamientos de la plantilla para establecer un proceso continuo y eficiente de las piezas con número de parte 55262 1EL000Y y 55511 1EL000Y.
2. Reducir el tiempo de paro innecesario en el proceso de producción del área de estampado aplicando la filosofía Kaizen orientada a la mejora

continúa del proceso de producción de las piezas con número de parte 55262 1EL000Y y 55511 1EL000Y.

1.4 Justificación

La línea de producción TF 1500 es un sistema automatizado que entra en paro (*stop*) automáticamente cuando alguna actividad está fuera de especificaciones, en particular cuando hay un desajuste dimensional entre la plantilla y la base o el carro de transporte en la banda de alimentación. Siendo esta problemática muy recurrente de tal forma que propicia un acumulado bimestral de hasta 3,980 minutos de paros innecesario.

Por lo que resulta necesario el poder implementar acciones de mejora continua dentro del proceso que permitan reducir o eliminar los tiempos de paro innecesarios. En este proyecto se contempla como una de esas medidas de mejora el diseño y construcción de un sistema de sujeción y de plantilla que permitan mantener los niveles de producción óptimos. El estudio se enfocó a las piezas con número de parte 55262 1EL000Y y 55511 1EL000Y.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Componentes del proceso TF 1500

2.1.1 Estampado de acero

El estampado es un forjado mecánico en el que se emplean dos moldes que hacen una compresión de carga para conformar una pieza que tome la forma de las matrices. Se puede realizar tanto en frío como en caliente además de ser una tarea de mecanizado fácil debido a que permite un gran nivel de automatización del proceso cuando se trata de realizar grandes cantidades del producto.¹

2.1.2 Características generales de la máquina AIDA Transfer 1500

Es una máquina de estampado que corresponde a la serie de prensas TMX de la marca AIDA (empresa de origen Japonés) dedicada a la manufactura de prensas de varios tamaños. Está diseñada para utilizar troqueles de considerables dimensiones, progresivos o de transferencia para procesar piezas grandes, de formas inusuales o de formado profundo que requieren un sistema de transferencia para mover el producto.¹

Trabaja automáticamente con matrices para estampado metálico, tiene alto desempeño en rangos de 1500 a 4000 toneladas métricas, con cambio rápido de troquel y sistema de transferencia, alimentación de recortes que detecta cuándo dos cortes vienen pegados y expulsa automáticamente uno de ellos sin que el operador tenga que detener la prensa, y así poder elevar la productividad, además puede trabajar en una velocidad de 23 RPM (revoluciones por minuto) y tener un SPM de 25. En la Figura 2 se presenta un esquema general de la prensa Transfer 1500 y sus componentes básicos: soportes verticales (*Upright*), corona (*Crown*), prensa superior (*Ram slide*), tablero de operación, entrada de suministro de plantillas a banda de alimentación (*distacker*), piso, barra de alimentación (*Feed bar*), pinzas de sujeción (*Gripper*), cama (*Bed*), cajón móvil (*Moving bolster*).² En el Anexo A, se presentan imágenes de los componentes *in situ*.

2.1.3 Componentes prioritarios de la máquina AIDA Transfer 1500

a) Banda de alimentación (distacker)

Los *magazines* son llenados manualmente, contienen un *Poka Yoke* en la parte interna que permite poner las unidades correctamente. Posteriormente son colocados en la base y en el carro transportador empleando un montacargas. El proceso de producción comienza en el *distacker* donde se ingresan las plantillas a la máquina TF 1500. Una vez ingresado las plantillas, el equipo manipula todo el proceso de estampado. El mecanismo del *distacker* consiste en (i) aproximadamente subir 30 plantillas del *magazine* a la posición predeterminada dentro de la placa flotante por medio del elevador del carro y son ajustadas y sujetadas por topes ubicados alrededor de la placa y por cada una de las uñas de sujeción de los mismos, respectivamente; (ii) las plantillas son alineadas formando una columna y con el empleo de magnetos y copas de succión una por una son ingresadas a la etapa de estampado situándose en un patín de descanso. En la Figura 3 se presenta un esquema de la forma en la que las plantillas se colocan en el *magazine* y en la Figura 4 se muestra el esquema (vista lateral) del paso de la plantilla dentro del *distacker*.²

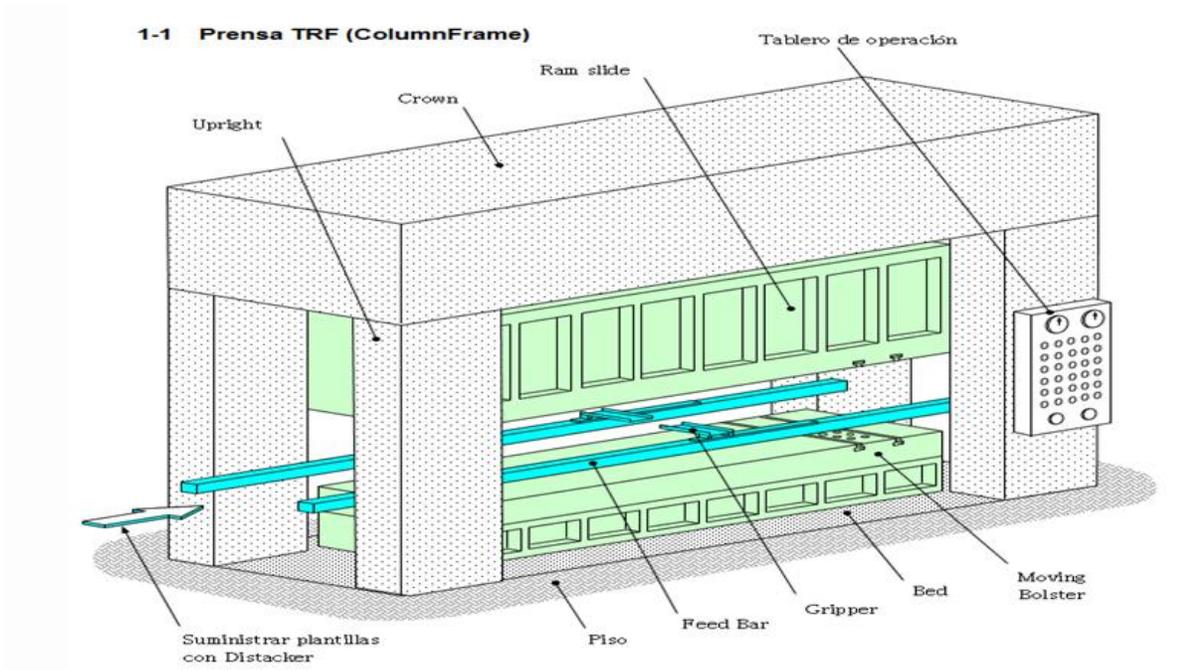


Figura 2. Componentes de la prensa AIDA Transfer 1500.

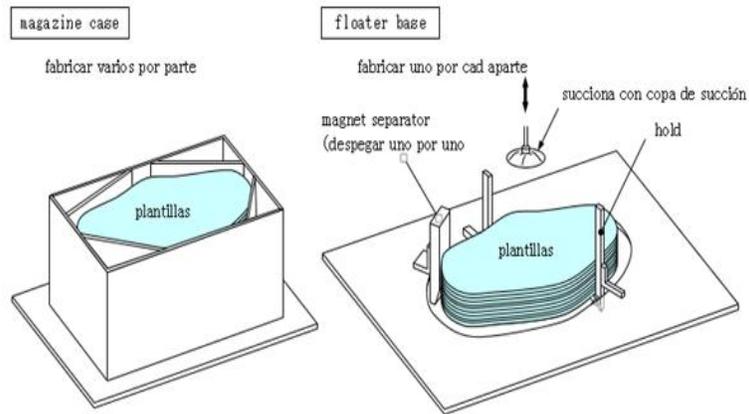


Figura 3. Esquema del magazine con plantilla colocada respetando el flujo de Poka Yoke (pilares), y placa flotante (Floating Base) y alineación de plantilla mediante topes.

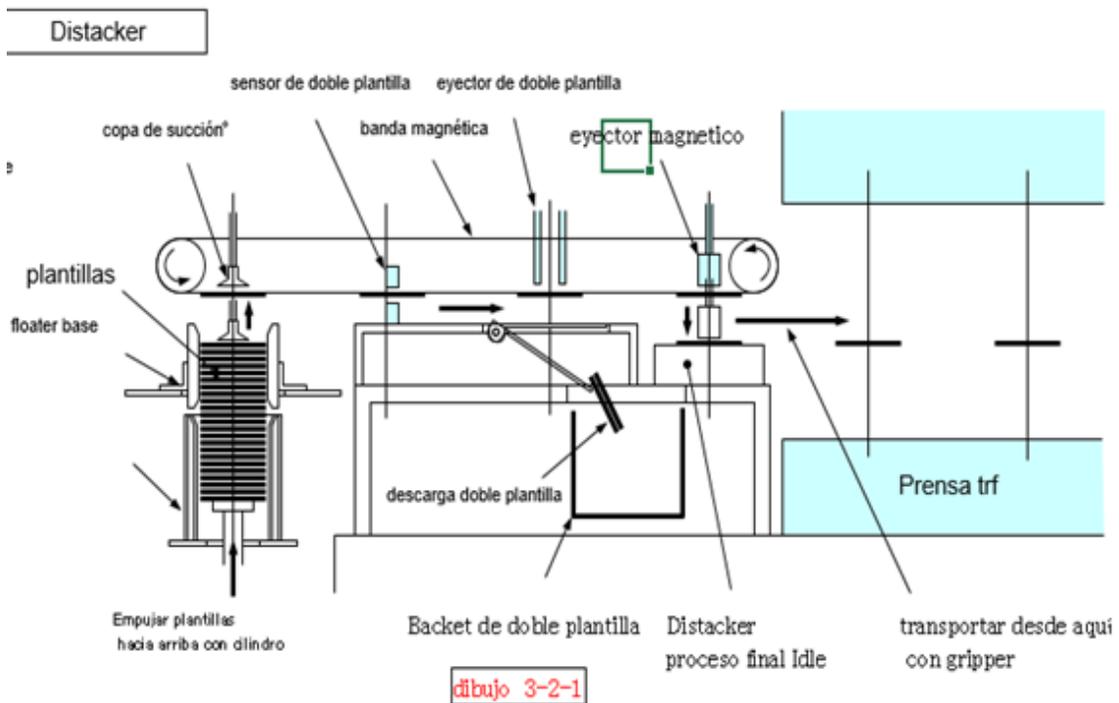


Figura 4. Esquema del flujo de operación de la plantilla dentro del Distacker.

b) Transfer

Es una barra de transferencia automatizada por medio de aire que se emplea para transportar el producto durante la etapa de troquelado. Está compuesta por (i) circuitos electrónicos que operan el mecanismo que sujeta y transporta la pieza con movimiento tridimensional, (ii) un sensor de paro de emergencia cuando la sujeción de la pieza no sea adecuada y (iii) un sistema de rociado de aceite mineral que sirve de lubricante del equipo. En la Figura 5 se observa un esquema del mecanismo de sujeción de la pieza, denominado dedos de sujeción.²

c) Moving Bostler

Implemento que permite hacer el cambio de troquel cada que se requiere producir un número de parte diferente. El *Moving Bostler* se descampla del área de operación mediante aire a presión, lo que permite retirarlo y clampar el siguiente troquel.²

d) Colchón de troquel

Forman parte de la estructura del *Moving Bostler* cuya función es amortiguar los golpes de la parte inferior de los troqueles de estampado, es decir, evita que la pieza se dañe por exceso de fuerza de la prensa. Sin embargo este aditamento solo se emplea en aquellos números de parte de formado especial que requieren de pernos de colchón en la base de *Moving Bostler* para cumplir la función.²

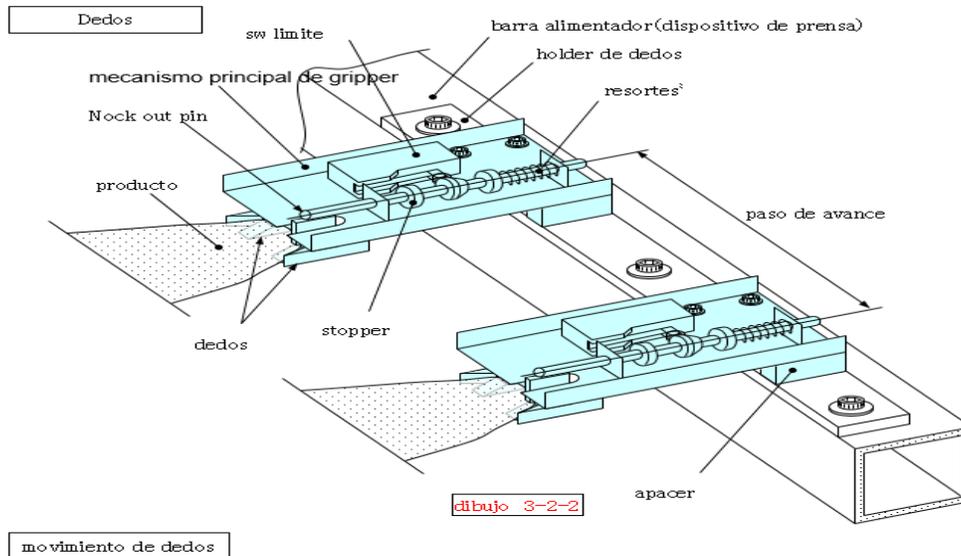


Figura 5. Esquema del mecanismo de sujeción (dedos).

e) Troquel

El troquel es un accesorio que se acopla sobre la prensa y ejerce una fuerza sobre los elementos que contiene provocando que la parte superior encaje con la parte inferior (matriz) propiciando consecuentemente el estampado del material que se interpone entre ambas partes. Un troquel puede realizar operaciones de corte, punzonado, embutición, doblado o conformado.

Un tipo de troquel es el denominado troquel progresivo, el cual realiza una serie de operaciones en tiras de material (en dos o más estaciones) durante cada carrera o golpe de la prensa para producir una pieza. La tira de material se mueve a través del troquel progresivo hasta llegar a su punto final. El avance lineal de la materia a cada golpe de la prensa se conoce como la progresión, avance o paso y es igual a la distancia entre estaciones.^{3, 4}

f) *Tipos de procesos de troqueles*

Son operaciones compuestas y/o matrices que realizan múltiples formados en la pieza según las necesidades. Un troquel puede tener combinaciones de proceso en una sola estación. Dentro de las combinaciones más comunes se tienen los siguientes:^{3, 4}

- a) *Proceso de punzonado*: Proceso de matrizado que consiste en el corte completo de una figura de perímetro cerrado. Pueden ser orificios de diferentes formas.
- b) *Proceso de doblado*: Doblado de material a rectilíneo o curvilíneo.
- c) *Proceso de Embutido*: Proceso básico de embutido cilíndrico, el material fluye hacia el centro en cualquier zona de la dirección radial.
- d) *Proceso de Burring*: Levantar el flange a barreno, es decir que el barreno tenga borde sobresaliente.

2.1.4 RPM y SPM

El RPM (revoluciones por minuto), es la unidad de frecuencia usada para determinar la velocidad angular de la máquina, es decir, la rapidez de las rotaciones cada minuto por el cuerpo alrededor del eje. El RPM interfiere en los resultados de SPM, éste último se refiere a la cantidad de strokes (golpes) por minuto que tiene la prensa, por lo que es igual a la cantidad de piezas salientes. Algunas veces es desigual cuando el número de parte tiene lado izquierdo y derecho.²

La fórmula del SPM es la siguiente:

$$SPM = \frac{\textit{Strokes}}{\textit{Tiempo total de trabajo}} \quad (1)$$

Se interpreta como la cantidad de strokes totales que dio la prensa, entre el tiempo que se trabajó, por lo que se tiene como resultado la cantidad de strokes por minuto. Si el RPM es alto, la máquina trabaja a mayor velocidad, por tanto las operaciones se hacen más rápido y provocan que existan más golpes.

2.2 Estudio del Trabajo

Es una evaluación sistemática de los métodos utilizados para la realización de actividades con el objetivo de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan. En otras palabras, es un medio para aumentar la productividad de algún proceso. Su aplicación exige examinar en persona todos los factores que influyen sobre la eficiencia y eficacia de una actividad u operación del proceso en cuestión, y a su vez permitirá detectar las deficiencias o áreas de mejora de todas las actividades relacionadas con esa operación.⁸

2.2.1 Estudio de métodos, tiempos y movimientos

El estudio del trabajo se divide en dos campos: el estudio de métodos y la medición del trabajo. Su objetivo es lograr alcanzar una mayor y mejor productividad. En la Figura 6 se presenta el esquema convencional del estudio del trabajo y sus pasos básicos para lograr una mayor productividad.⁸

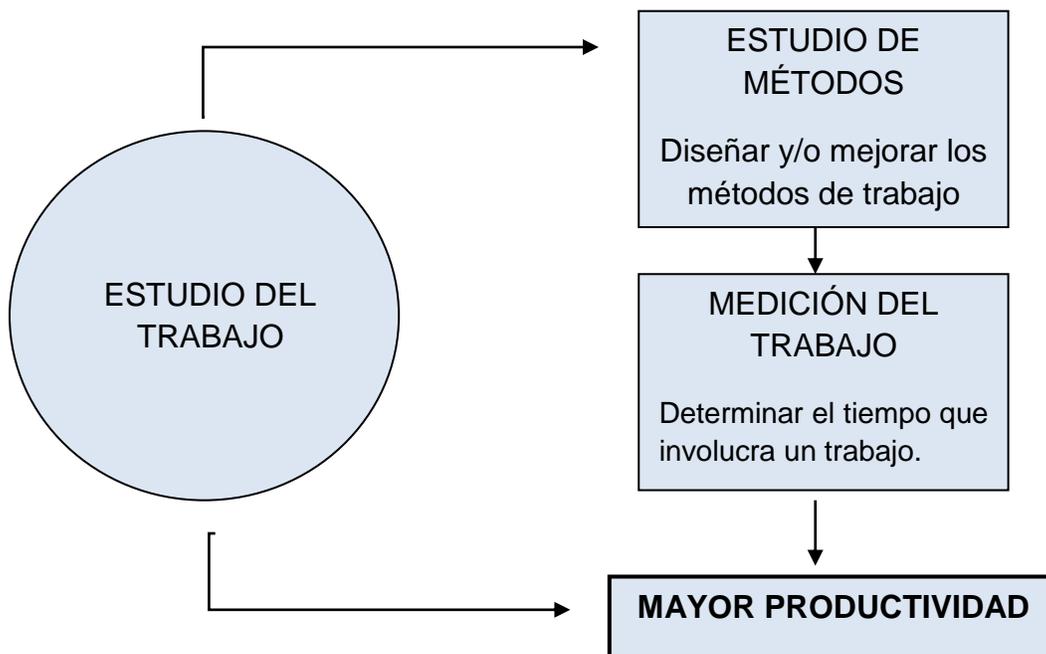


Figura 6. Estudio del trabajo. Método sistemático para el aumento de productividad.

El estudio de métodos es el registro y evaluación de las formas de realizar las actividades u operaciones del proceso, con el fin de efectuar mejoras. Se relaciona con la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación. Tiene como objetivo el mejorar procesos y procedimientos, economizar el esfuerzo humano, además de mejorar la utilización de materiales, máquinas y mano de obra.⁸

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas como la toma (registro) de tiempos para determinar la duración (lapso de tiempo) en que se realiza una tarea. Se relaciona con la investigación de cualquier tiempo improductivo asociado con ésta, y con la consecuente determinación de normas de tiempo para hacer la operación de una manera mejor. Adicionalmente el estudio de tiempos permite comparar la eficacia de métodos alternativos de trabajo.⁸

2.2.2 Procedimiento básico para el estudio del trabajo

El procedimiento básico para realizar un estudio del trabajo en un área o proceso se compone de 6 etapas fundamentales:⁸

1. Seleccionar el tipo de trabajo, tarea, proceso, operación o actividad que se desea estudiar.
2. Registrar la información pertinente (datos relevantes) del tipo de trabajo, tarea, proceso, operación o actividad.
3. Analizar la información recabada para determinar si se justifica el método y los medios usados para hacer el trabajo.
4. Diseñar un método de trabajo.
5. Implementar y aplicar el nuevo método de trabajo (incluye acciones de capacitación).
6. Mantener el método de trabajo en operación para buscar posteriormente otra área de oportunidad (inicio de un ciclo para la técnica de la mejora continua).

2.3 Kaizen: una filosofía orientada a la mejora continua

Es una filosofía (metodología) Japonesa que se centra en la mejora continua de los métodos de producción mediante el análisis de variables críticas del proceso. Esta metodología busca la mejora diaria de los procesos mediante la participación de áreas multidisciplinarias. El objetivo de la técnica Kaizen es tener una mejor calidad y reducción de costos de producción con simples modificaciones diarias. Una de las ventajas de que una empresa implemente la filosofía Kaizen es incrementar su competitividad ya que propicia el siempre estar en cambio para mejorar y además de tener su personal motivado con apertura al cambio.⁵

Los dos pilares que lo sustentan son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. De hecho, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos, reducción de tiempos de ciclo, y los métodos de trabajo por operación.⁷

Beneficios del KAIZEN:

1. Altos incrementos en materia de productividad.
2. Importante reducción en los costes.
3. Mejoramiento en los diseños y funcionamiento de los productos y servicios.
4. Menores niveles de desperdicios y despilfarros.

Una de las ventajas de que una empresa implemente la filosofía Kaizen es incrementar su competitividad ya que propicia el siempre estar en cambio para mejorar y además de tener su personal motivado con apertura al cambio.⁵

2.3.1 Punto de Partida Kaizen

Se fundamenta en el análisis de la forma de trabajar de las personas, operación de las maquinarias y equipos e infraestructura donde se identifican las principales “Mudas” con el objetivo de identificar los mejoramientos en los sistemas y procedimientos.

El Kaizen utiliza el Círculo de Deming (PDCA) como herramienta para la mejora continua consistente en: ⁵

1. **Plan (Planear):** Se determina una meta, antes se analiza el problema y define el plan de acción
2. **Do (Hacer):** Se ejecuta y registra el plan de acción.
3. **Check (Verificar):** Análisis de resultados obtenidos
4. **Act (Actuar):** Al tener resultados, se determina si se requiere alguna modificación para mejorar.

2.3.2 Muda

Es un término japonés referente a una actividad que se considera desperdicio y no agrega valor o es improductivo, consta de 7 tipos de residuos: ⁶

1. Sobreproducción: Producir en volúmenes excesivos
2. Espera: Tiempos muertos, paros innecesarios.
3. Transporte: Ruta de transporte excesivas.
4. Movimientos: Cantidad de movimientos repetitivos e innecesarios.
5. Inventarios: Sobre inventarios.
6. Exceso de proceso: El retrabajo de producción
7. Defectos: Errores, mala calidad.

Cuando se pretende aumentar la productividad de algún sistema de producción es fundamental comenzar con identificar y eliminar o reducir aquellos desperdicios presentes que son una limitante para el alcance del objetivo.

III. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

En este proyecto se realizaron las siguientes actividades:

3.1 Estudio del trabajo

Se realizó una evaluación sistemática de los métodos utilizados para la realización de las actividades del área de estampado. Específicamente, el estudio del trabajo se enfocó a poder establecer un plan de mejora en la problemática de la banda de alimentación mediante el análisis de los métodos de realización y comportamiento de las operaciones para determinar los lapsos de trabajo.

3.1.1 Estudio de los métodos de realización de los procesos

Esta técnica se enfocó específicamente al proceso de la banda de alimentación identificando que las bases que sujetan los *magazines*, las cuales son colocadas en los carros transportadores, presentaban demasiada vibración y movilidad durante su desplazamiento en la banda de alimentación debido a las diferencias dimensionales de la estructura. Por lo que se propuso minimizar o eliminar estas diferencias dimensionales mediante el ajuste de esas variaciones a través del diseño y elaboración de nuevas bases con características de operación mejoradas. Las bases son las herramientas de trabajo utilizadas y compatibles para los *magazines* de todos los números de parte. Mismos que requieren de ajuste para ser adaptados a ellas.

3.1.2 Estudio de tiempos y movimientos

Esta técnica se empleó para determinar el impacto en tiempo de operación que se tendría al mejorar el equipo alimentador. El estudio de tiempos se enfocó específicamente a las actividades que van más relacionadas con el *destack*, dónde el tiempo de vaciado de *magazine* es el más significativo ya que refleja cuando las plantillas tienen desplazamiento y una velocidad más lenta de trabajo por conflictos que

presenta. Por otro lado, el llenado de cajón de forma manual también implicó un estudio de tiempo por lo tardado que puede ser abastecerlo por dificultades en el *Poka Yoke*.

En la Tabla 1, se muestran los registros de toma de tiempos aplicadas a 3 cajones y 3 bases de cada número de parte producido en diferente programación, por lo que se puede apreciar el tiempo promedio saliente de 6 tomas en las que tarda cada actividad en ejecutarse.

Tabla 1. Tiempo promedio de ejecución de las actividades de la banda de alimentación.

Número de parte	Llenado manual de <i>magazine</i> (min)	Traslado del <i>magazine</i> a <i>Destack</i> por montacargas (min)	Vaciado de <i>magazine</i> en Placa Flotante (min)
55262 1EL000Y	1.80	1.72	6.5
55511 1EL000Y	1.89	1.72	6.6

3.2 Diseños para el sistema de camplado (sujeción) de bases general para *magazines* y de la base central

Normalmente para producir, es necesario contar con 3 o 4 bases con *magazine* para que el *destack* sea abastecido en tiempo y forma. Condición que se consideró para el diseño de dos nuevos sistemas, donde fue necesario respetar las medidas estándares de altura, largo y ancho de las bases, de lo contrario, alterar esas medidas podría causar problemas durante la operación.

3.2.1 Determinación de áreas de ajuste y/o fabricación.

En la Figura 7 se muestran las condiciones de la actual base general (antes del proyecto), es decir las deficiencias de operación con las que contaba.

Dentro de estas deficiencias podemos mencionar (ver Figura 7):

1. Sistema viejo.

2. Rodillos con baleros dañados y espacios faltantes.
3. Puntos de localización de *magazine* con una distancia entre sí de 27 mm.
4. Diámetro de barreno de localización en carro *destack*, con movilidad de 46.5 mm.
5. Sistema/carro de clampado con movilidad de 9 mm.

Las deficiencias antes mencionadas se consideraron como referencia para los ajustes en los nuevos diseños de sistema de clampado de bases para *magazine*.

Se observa en la Figura 7 que la base general cuenta con un desgaste natural en el equipo por 10 años aproximadamente de operación. Algunos componentes presentaban deterioro y baja funcionalidad como por ejemplo los rodillos con balero que apoyaban al *magazine* a colocarse en posición, el considerable espacio entre los puntos de localización, así como el clamp con variación en sus holguras y mal ajuste del *magazine*.

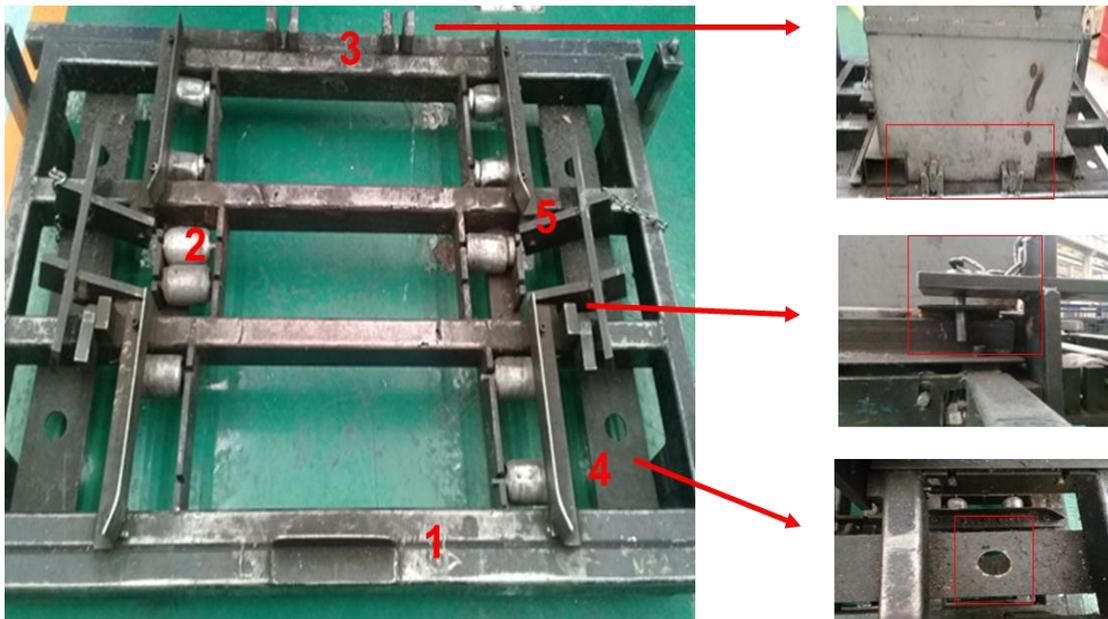


Figura 7. Deficiencias de la condición anterior de la base general.

Por otro lado, en la Figura 8, se presenta la base completa del número de parte 55511 1EL000Y. Tiene características diferentes a la base general:

- (a) El *magazine* no es movable debido a que ya está ensamblado fijamente.
- (b) No tiene carros clampados
- (c) No cuenta con baleros
- (d) No presenta puntos de localización
- (e) Sí cuenta con una holgura en las laterales para ser colocada en los carros transportadores.

El sistema para el número de parte 55511 1EL000Y presenta las siguientes deficiencias (ver Figura 8):

- (1) un amplio espacio en el cajón/magazine
- (2) generaba un desplazamiento extremo en la plantilla al subir a la placa flotante.



Figura 8. Deficiencias de la condición anterior de base completa 55511 1EL000Y.

3.2.2 Fabricación de los nuevos sistemas de clampado de bases para *magazines*

Considerando las deficiencias encontradas en el sistema de clampado, se propusieron mejoras al sistema para la fabricación de bases nuevas de material PTR (perfil tubular rectangular) convencional. En la Figura 9 se muestran las mejoras propuestas para el diseño de la base general y del *magazine* 55262 1EL000Y. El diseño presenta cambios de (ver Figura 9):

1. Equipo nuevo de material PTR.
2. Rodillos de alta resistencia con balero (9 para cada lado).
3. Puntos localizadores con reducción de distancia 26 mm.
4. Reducción de diámetro de barreno a 37 mm.
5. Aplicación de carro clampado, se cierra tolerancia a 1 mm entre localizador y guía.

Y para el *magazine* (ver Figura 9):

6. Ajustamiento de Poka Yoke interno según la medida de la plantilla
7. Colocación en los laterales un tope como punto de localización para clampado.

En general, las mejoras consistieron en nuevos rodillos con balero (9 cada lado), la reducción del diámetro excedente en las holguras y el ajuste de las medidas de componentes que generaba movilidad para el material. Además se adaptaron los 3 *magazines* de número de parte 55262 EL000Y con ajuste en el *Poka Yoke* eliminando variación de espacio, se situó 1 tope de 2 pulgadas en las laterales para mejorar el clampado entre base y *magazine*.

En particular, la base del sistema completo para el número de parte 55511 1EL000Y sufrió un cambio significativo en la estructura del *magazine*, se posicionaron 6 topes para ajustar mayormente la plantilla, se cerraron con lámina y reforzaron con 3 cartabones cada uno para dar mayor resistencia ante los golpes que sufre en el llenado.

En la Figura 10 se observan las siguientes mejoras:

1. Nuevo diseño.

2. Reacomodo de topes para reducir la amplitud de la plantilla en cajón.
3. Colocación de cartabones.
4. Eliminación de desplazamiento en plantilla al subir a Placa Flotante.

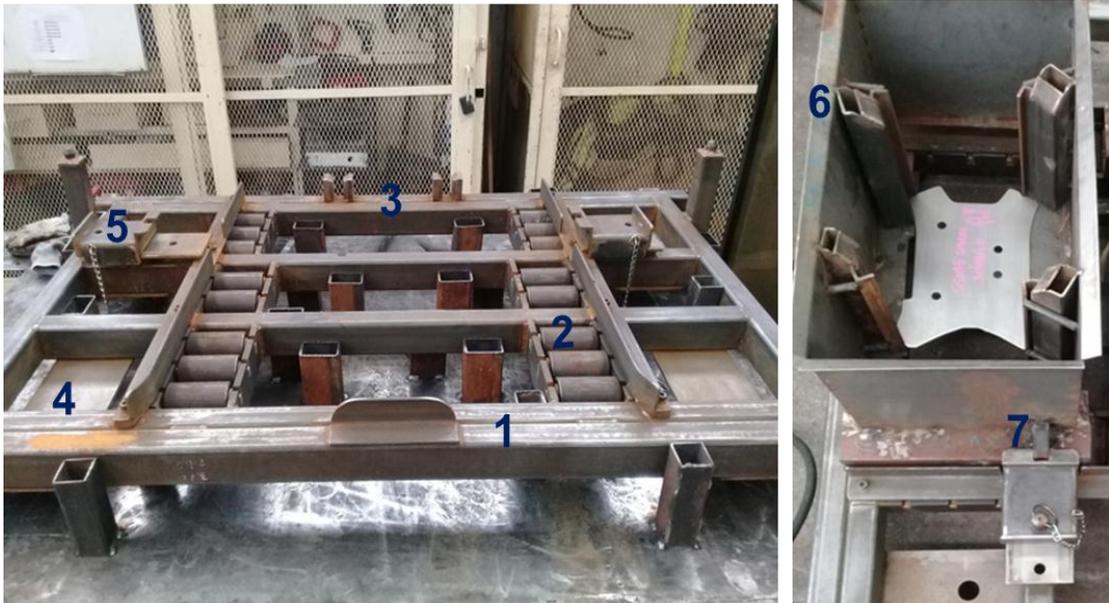


Figura 9. Especificaciones de mejora en base general y cajón 55262 1EL000Y.



Figura 10. Especificaciones de mejora en base completa 55511 1EL000Y

3.3 Ajuste de Placa Flotante del número de parte 55511 1EL000Y

La placa flotante contaba con daños, deterioro y mal acomodo de topes y magnetos. Estas condiciones de operación son perjudiciales para la operación del *destack* debido a que el equipo es viejo y la posición, ubicación y cantidad de topes y magnetos no correspondía a los estándares.

3.3.1 Determinación de mejoras

Se soldó una viga a los laterales de la Placa para enderezarla, debido al ondulamiento en la estructura, se cambiaron los 2 topes frontal y posterior a nuevos así como las uñas, sujetándolos con tornillos y tuercas. La posición de los topes cumplió con un ángulo de 90° y se colocaron 2 magnetos en lado posterior, 2 en frontal y 1 central respetando los estándares. Ambos componentes quedaron a una distancia de 5 y 10 milímetros respectivamente de la plantilla, para obtener una correcta alineación y succión por las copas. En la Figura 11 se muestran las mejoras en la placa flotante del número de parte 55511 1EL000Y y los componentes en mal estado detectados.



Figura 11. Especificaciones de mejora en Placa Flotante 55511 1EL000Y: (1) placa flotante, (2) magneto, (3) tope con uña, (4) viga.

3.4 Aumento de RPM

De manera general el RPM (revoluciones por minuto) es la velocidad en la cantidad de vueltas o ciclos que la máquina completa alrededor de su eje cada sesenta segundos, es decir, la velocidad a la que corre la máquina. Para tener un mejor alcance en los objetivos del incremento de SPM, se fijó una estrategia como parte de mejora continua en los procesos, consistió en el incremento de velocidad de operación de la prensa TF1500, cabe mencionar que ésta es diferente en los 30 números de parte que produce, según las hojas de condición de operación algunos tienen RPM mínimo de 15 RPM y máximo 22. Considerando el estado crítico de la prensa, los números candidatos para el aumento de RPM fueron los que corrían a 15, teniendo como objetivo incrementarlos a 17-19. Sin embargo se hizo un filtro para determinar los números principales con capacidad de aumento, para seleccionarlos se ejecutó lo siguiente:

3.4.1 Observación previa del comportamiento del proceso de los números en línea

- a. Abastecimiento en tiempo y forma de llenado manual de magazine por un trabajador.
- b. Abasto de magazine en *destack* por parte del montacargas
- c. Identificación de anomalías o mala funcionalidad en los procesos a partir de la etapa de alimentación, estampado, y pieza saliente final.
- d. Elaboración de orden de trabajo para departamento de mantenimiento y troqueles para la corrección de anomalías identificadas en los procesos.
- e. Confirmación de correcciones según las órdenes de trabajo emitidas
- f. Análisis de resultados de las observaciones previas de los comportamientos de los números de parte.

3.4.2 Selección de los números de parte calificados para aumento.

Según el análisis previo del comportamiento en línea de los números de parte, los que no presentaron deficiencias críticas durante el proceso, ni afectaron el cumplimiento en tiempo de las operaciones del trabajador, 5 fueron los que calificaron para aumento. En la Tabla 2 se presentan los números de parte para aumento de RPM.

Tabla 2. *Números de parte para aumento de RPM.*

Secuencia	# Matriz	No de parte	Nombre de parte
1	54	55431/2 3SH0AY	BRKT- RR SUSP ARM OTR RH/LH
2	58	43032/3 3SH0B	BRKT -AXLE MTG, RH/LH
3	67	555115RB0A	BEAM RR SUSP
4	62	544H2/3 5RB0A	SIDE MBR-FR SUSP, UPR RH/LH
5	48	54504 5RB0AY	LINK-TRANSV, RH

3.4.3 Pruebas de aumento de RPM objetivo

Para comprobar la funcionalidad de los 5 números seleccionados con RPM de 15 para aumento a 17- 19, se hicieron de 3 a 4 pruebas piloto, en las que se registró los detalles o fallas que ocurrieron en el proceso en ese momento, se evaluaron las causas para saber si fueron por el aumento de RPM o motivos ajenos. Finalmente se cumplieron con los pilotajes correspondientes, donde se dio aumento de 1 RPM cada 300 piezas en el tiempo de prueba (1-2 horas) hasta llegar al RPM objetivo. Cinco números aumentaron su velocidad de 15-19 RPM con buena respuesta al cambio, la prensa operó adecuadamente libre de problemas o paros causantes por las modificaciones. En la Tabla 3 se presentan los números de parte con aumento de RPM.

Tabla 3. Números con aumento de RPM.

PLAN DE AUMENTO DE RPM															
Secuencia	# Matriz	No de parte	Nombre de parte	Modelo	RPM HC	RPM OBJ	RPM 16	RPM 17	RPM 18	RPM 19	Pilotaje 1	Pilotaje 2	Pilotaje 3	Pilotaje 4	Comentarios
1	54	55431/2 3SH0AY	BRKT-RR SUSP ARM OTR RH/LH	L12F	15	17	●	●							APROBADO
2	58	43032/3 3SH0B	BRKT -AXLE MTG, RH/LH	L12F	15	19	●	●	●	●					APROBADO
3	67	555115RB0A	BEAM RR SUSP	P02F	15	18	●	●	●						APROBADO
4	62	544H2/3 5RB0A	SIDE MBR-FR SUSP, UPR RH/LH	P02F	15	17	●	●							APROBADO
5	48	54504 5RB0AY	LINK-TRANSV, RH	P02F	15	17	●	●							APROBADO

3.5 Cronograma de actividades

Actividad	Agosto (Quincena)		Septiembre (Quincena)		Octubre (Quincena)		Noviembre (Quincena)		Diciembre (Quincena)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1.- Estudio del trabajo de área TF1500.	■									
2.- Diseño y fabricación de nuevo sistema de clampado base general.		■								
3.- Prueba de nuevo sistema de clampado base general.			■	■	■	■	■	■		
4.- Diseño y fabricación de nuevo sistema de clampado base completa.					■	■				
5.- Ajuste de placa flotante.						■				
6.- Prueba de nuevo sistema de clampado base completa.							■	■		
7.- Selección de números de parte para aumento de RPM.					■					
8.- Pruebas de aumento de RPM.						■	■	■	■	
9.- Estandarización de cambios del sistema viejo de bases al nuevo sistema de clampado de base general y completa.							■	■		
10.- Estandarización de cambios de aumento de RPM en números de partes.							■	■		
11.- Reporte técnico.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

IV. RESULTADOS

4.1 Estudio del trabajo

Los nuevos diseños del sistema de clampado de base general y de base completa para los números de parte 55262 1EL000Y y 55511 1EL000Y presentaron resultados favorables para el proceso, ya que facilitaron y agilizaron el llenado de *magazine* y vaciado en la placa flotante. Ambas mejoras mostraron una reducción significativa en tiempo con respecto las condiciones anteriores (antes del proyecto).

En la Tabla 4 se muestra el tiempo promedio de ejecución anterior y el actual de cada actividad en los dos números de parte. Se observa la reducción de tiempo en el llenado de los *magazines* por parte del operador debido a que el ajuste de *Poka Yoke* interno y la disminución del amplio espacio (diámetro) coadyuvaron para que la plantilla se colocara correctamente (dimensiones) y se evitara tener que reacomodarla y por ende prolongar la actividad. Por otro lado, el traslado del cajón al *destack* no tuvo cambio en tiempos, pero se considera dentro de la toma de tiempos porque es una operación necesaria dentro del proceso. Sin embargo el vaciado de *magazine* en placa flotante presentó una disminución de 2 minutos, con el nuevo diseño de las bases la plantilla tuvo una mejor alineación y se elevó fluidamente sin chocar con los topes y magnetos de la placa flotante.

Tabla 4. Resultados de toma de tiempos con los nuevos diseños.

Número de parte	Llenado manual de magazine		Traslado de magazine a <i>Destack</i> por montacargas		Vaciado de magazine en placa Flotante	
	Condición anterior	Condición actual	Condición anterior	Condición actual	Condición anterior	Condición actual
55262 EL000Y	1.80	1.27	1.72	1.72	6.5	4.4
55511 1EL000Y	1.89	1.31	1.72	1.72	6.6	4.6

4.2 Diseño de un sistema de clampado de bases general para *magazine* y base completa

4.2.1 Diseño de base general

El nuevo diseño de sistema de clampado para la base general tuvo un resultado de funcionalidad exitoso, la reducción en las holguras y el nuevo clampado permitieron eliminar la movilidad del equipo durante las operaciones incluyendo la adaptación de los cajones del número de parte 55262 EL000Y. También se logró la ausencia de desplazamiento de plantilla durante su elevación hacia la placa flotante.

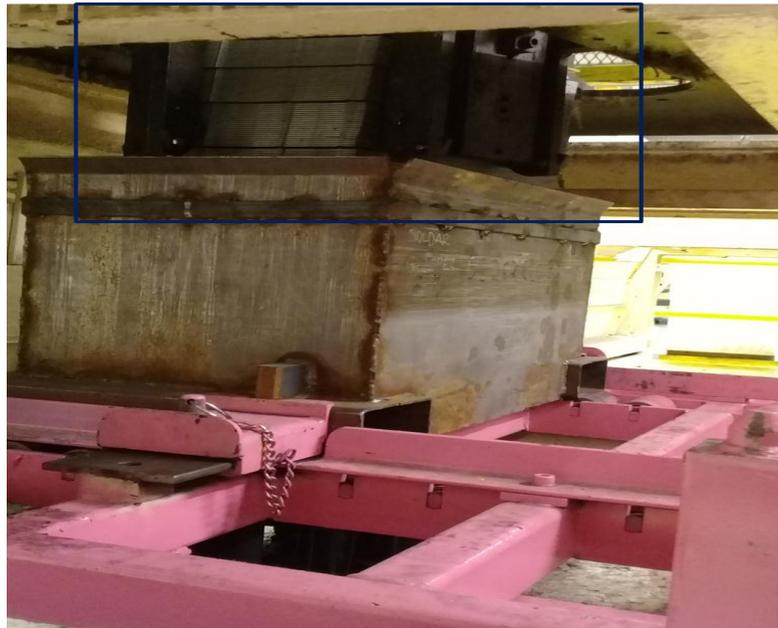


Figura 12. Nuevo sistema de clampado y cajón de 55262 EL000Y en función.

A partir del mes de septiembre, se utilizó en el proceso normal de producción el nuevo diseño. Sin embargo aún se tuvieron que realizar algunas modificaciones menores para su correcta funcionalidad. La Figura 12 y 13 se muestran el nuevo sistema en función así como la presentación final de las bases y *magazine*.



Figura 13. *Presentación final de Sistema de clampado de base general en producción normal.*

En la Figura 14 se presentan los resultados de eficiencia de producción con el nuevo sistema diseñado en función del porcentaje de afectación mensual, es decir, en función de la disminución en porcentajes de afectación de tiempo de paro en *destack* con las mejoras aplicadas. El periodo de estudio fue de julio–noviembre 2017 considerando: (i) el mes de julio y agosto se tomaron como valores de referencia del problema, (ii) septiembre fue el lapso de prueba de funcionalidad del nuevo sistema, donde presentó aun modificaciones a causa de paros y (iii) en octubre y noviembre se operó con los nuevos equipos, donde se observa que no se presentó ningún paro atribuido a las bases, se tuvo una afectación menor, logrando que la prensa TF1500 aumentara su producción dando 955.5 strokes más. Es de resaltar que los porcentajes de 0,97% y 0,85% de paro fueron por otras razones, ya que el código de cargos de tiempo de paro F12 abarca varios conceptos (razones fuera de alcance del proyecto).

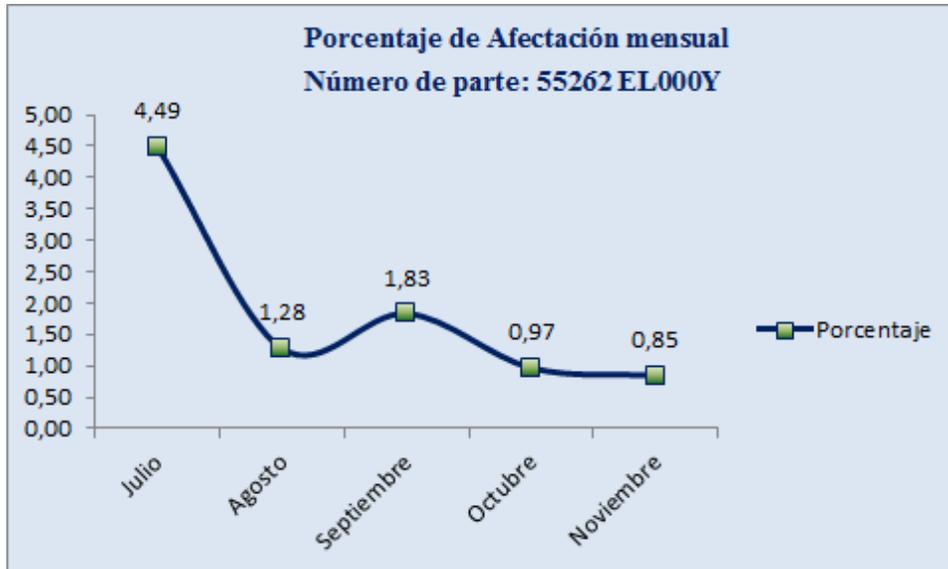


Figura 14. Reducción de porcentaje de afectación por el nuevo sistema.

4.2.2 Diseño de base completa y Ajuste de Placa Flotante

El número de parte 55511 1EL000Y trabajó satisfactoriamente con el nuevo diseño fabricado para el sistema de base completa y el ajuste de topes y magnetos en la placa flotante. En estas secciones se logró una alineación correcta presentando distancias de separación a la plantilla de 5mm y 10mm respectivamente, ver Figura 15. Se observa que la materia sube a la placa libre de desplazamiento y está bien sujeta por las uñas de los topes y despegada correctamente por los magnetos para apoyar la buena succión de las copas.

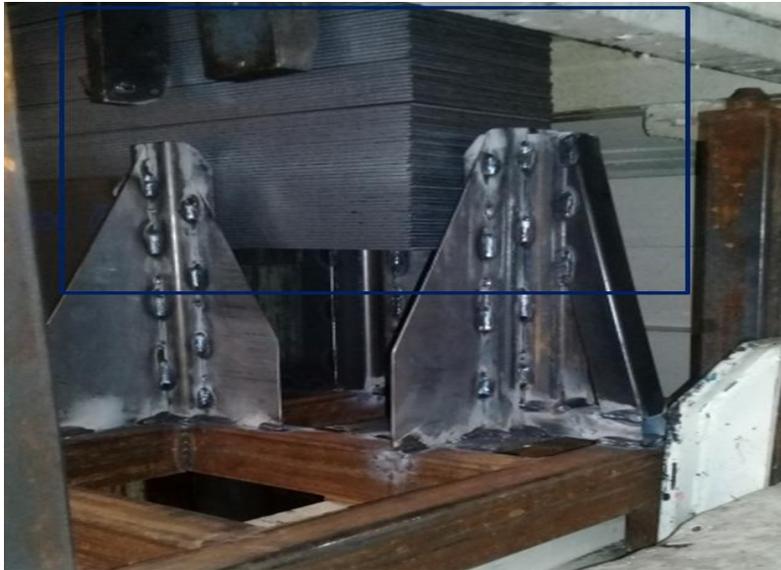


Figura 15. Eliminación de desplazamiento de plantilla al subir a placa flotante.

Específicamente para el mes de noviembre, la producción empleó las nuevas bases completas. En comparación con los resultados del mes de octubre, donde se registró una afectación de 2.62% de tiempo de paro en placa flotante por desplazamiento en plantilla, durante el mes de noviembre y con las mejoras aplicadas se obtuvo una reducción de 1,95% de afectación, es decir, presentó sólo un 0.67% de tiempo de paro el cual pudo ser ocasionado por plantilla con mala calidad, o algún otro factor ajeno (factor no determinado para este estudio), ver Figura 16. Con esta disminución TF1500 tuvo 882 strokes más, mismos que son equivalentes a cantidad de piezas.

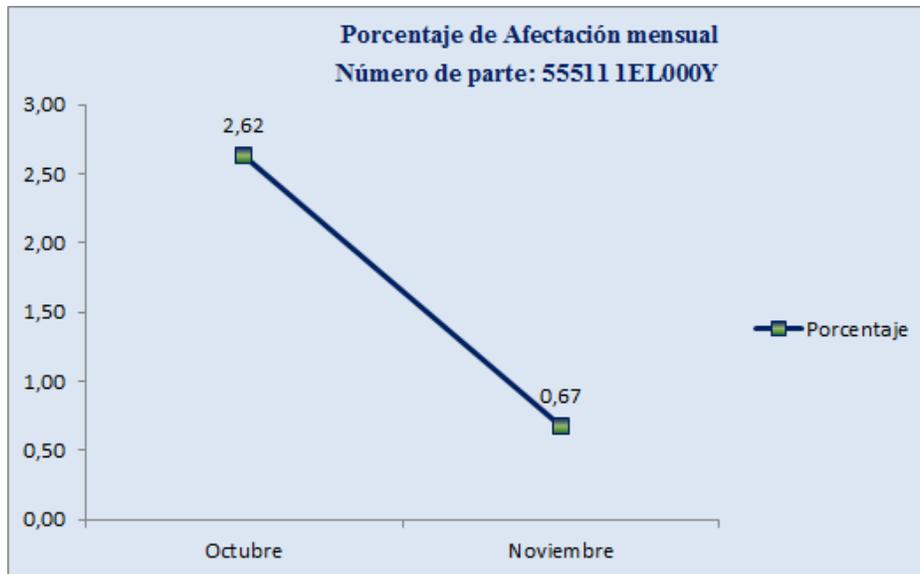


Figura 16. Porcentaje de afectación octubre-noviembre 2017.

4.3 Aumento de RPM

Los cinco números de parte que se corrían a 15 RPM tenían un SPM equivalente a 13.5 golpes por minuto, este valor se determina mediante la siguiente fórmula:

$$SPM = RPM \text{ actual} \cdot 0.9 \quad (2)$$

Esta fórmula indica el resultado de SPM de producción que debe tener la parte. El 0.9 es el valor de eficiencia que el departamento de Ingeniería Estampado ha establecido como margen de tolerancia de tiempos de paro. En la Tabla 5 se presentan los resultados de SPM obtenidos. Con el aumento de 17, 18, y 19 RPM objetivo a cada número de parte se proyecta obtener un incremento de SPM actual al nuevo de: 1.8, 2.7, 3.6 respectivamente, ver Figura 17.

Tabla 5. Proyección de incremento de SPM

Secuencia	No de parte	RPM HC	SPM= RPM HCO * EFIC .9	RPM OBJ	SPM= RPM OBJ * EFIC .9
1	55431/2 3SH0AY	15	13,5	17	15,3
2	43032/3 3SH0B	15	13,5	19	17,1
3	555115RB0A	15	13,5	18	16,2
4	544H2/3 5RB0A	15	13,5	17	15,3
5	54504 5RB0AY	15	13,5	17	15,3

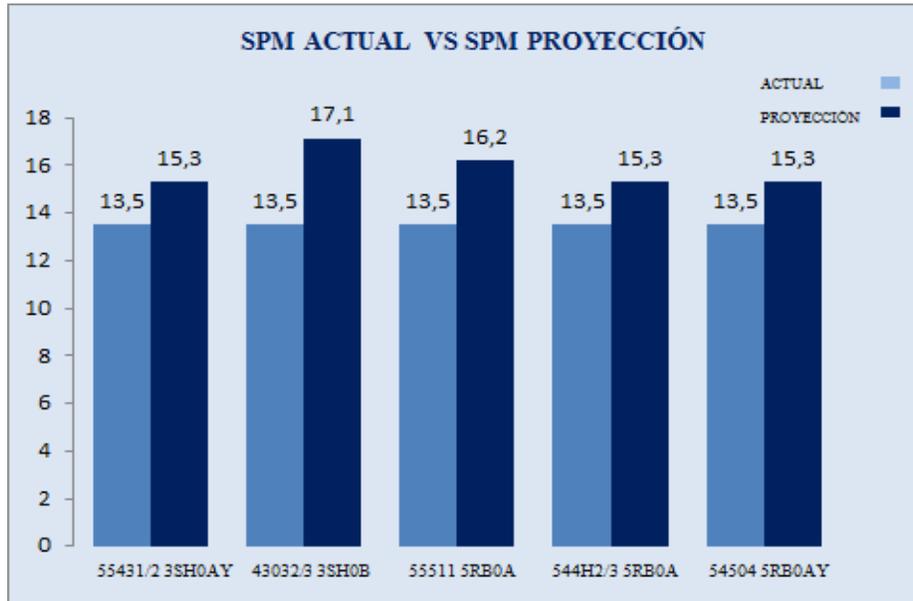


Figura 17. Proyección de SPM por aumento en RPM.

Una vez obtenidos los resultados reales expresados en la cantidad total de strokes (golpes/piezas) que se dieron durante la producción de algún número en determinado mes se empleó la ecuación (1) para comprobar su SPM. Basándose en los resultados de SPM del mes de Octubre 2017 de producción normal de los 5 números con RPM de 15, se hace una proyección del aumento aproximado de SPM con los RPM Objetivo.

En particular, el número de parte 55431/2 3SH0AY tuvo un SPM de 10,5 lo que se interpreta como la cantidad de golpes o piezas que se dieron por minuto. Mediante proyecciones, produciendo la parte a una velocidad de 17 como RPM objetivo, se encuentra un incremento en el SPM de 1.4 es decir, el tiempo de estampado será el mismo, pero se producirán más piezas por minuto por el aumento de velocidad de trabajo de la prensa, ver Figura 18.

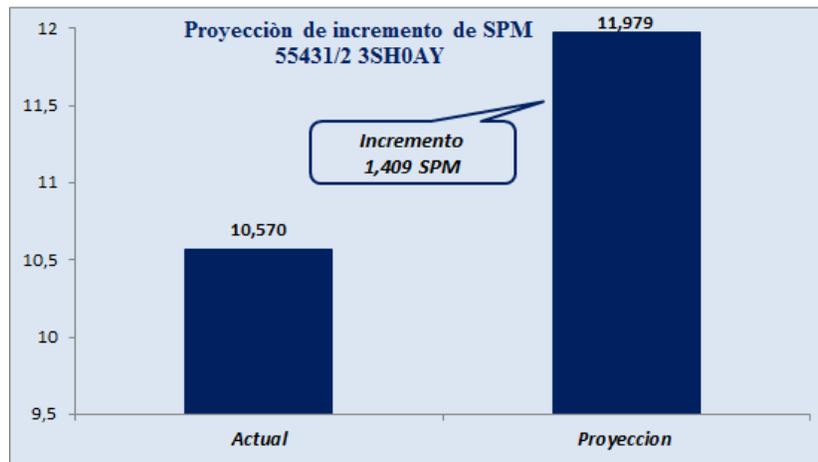


Figura 18. Proyección de incremento de SPM de parte 55431/2 3SH0AY.

Según el RPM objetivo de 19 y considerando los resultados de octubre de la parte 43032/3 3SH0BY se estiman tener un incremento de SPM de 3.0 respectivamente, ver Figura 19.

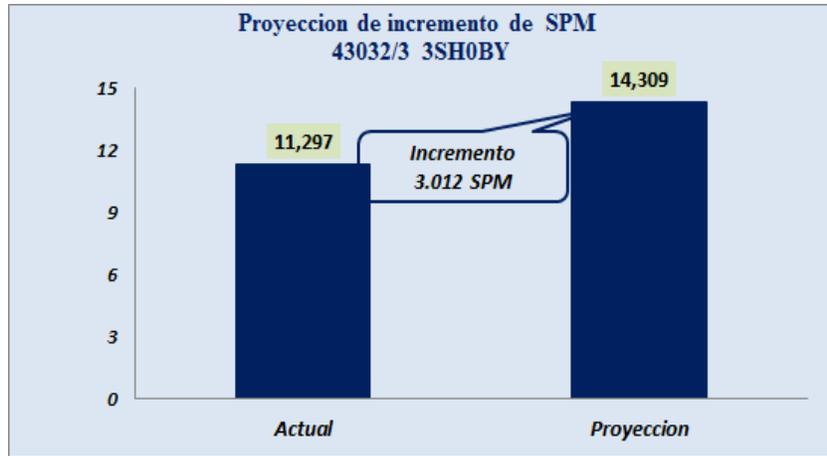


Figura 19. Proyección de incremento de SPM de parte 43032/3 3SH0BY.

El pronóstico de aumento en SPM para 55511 5RB0A es de 1.7 con RPM de 18. De producir 8.5 piezas por minuto en el mes 10 se obtendrá un nuevo resultado de 10.2, ver Figura 20.

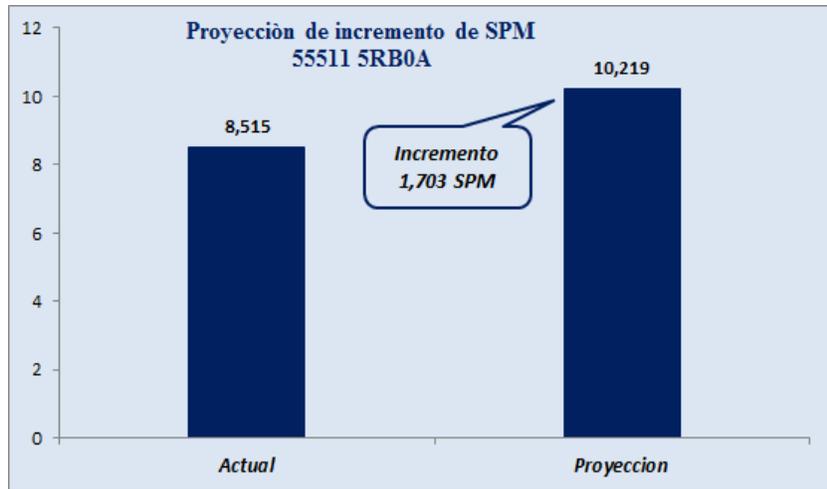


Figura 20. Proyección de incremento de SPM de parte 55511 5RB0A.

El número de parte 544H2/3 5RB0A tendrá una elevación de 1.3 en SPM con RPM objetivo de 17, ver Figura 21.

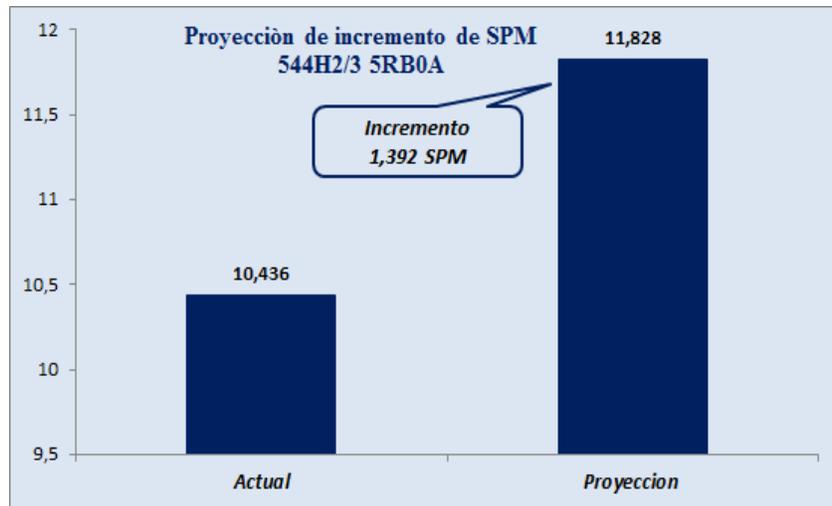


Figura 21. Proyección de incremento de SPM de parte 544H2/3 5RB0A.

Se estima un incremento de SPM para la parte 54504 5RB0A de 9.0 mientras que su resultado anterior fue de 8.0 con una velocidad de 15, ver Figura 22.

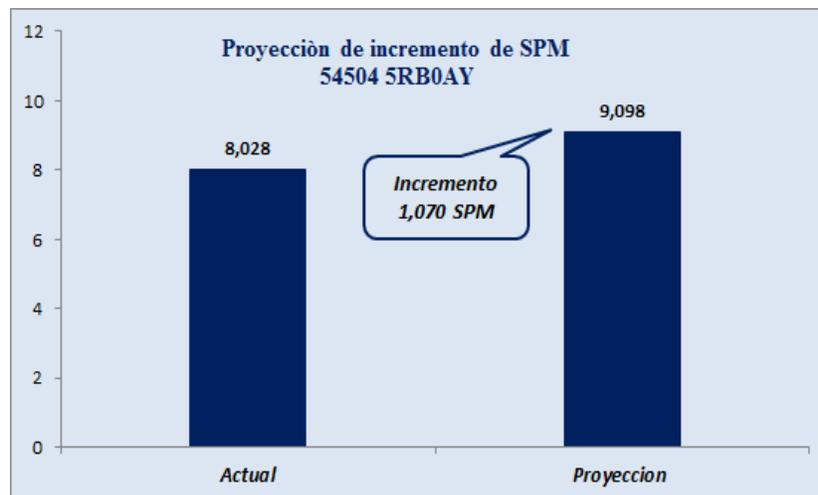


Figura 22. Proyección de incremento de SPM de parte 54504 5RB0A.

Finalmente con las proyecciones de incremento de SPM de los 5 números, la línea TF 1500 trabajará a 11.3 golpes por minuto, antes 11.0.

Cabe mencionar que el SPM nivel línea TF1500 es un valor que lo componen los SPM que tiene cada uno de los 30 números de parte a diferente RPM que produce y por los aumentos en las 5 partes seleccionadas el resultado se elevó, ver Figura 23.

El aumento de SPM en cada número también se ve reflejado en la productividad, de manera general TF1500 tendrá un incremento de 3.5% en productividad. Este valor es determinado mediante cálculos de datos como la cantidad de trabajadores, el total de piezas producidas, el porcentaje de eficiencia de 0.9% (tolerancia de tiempo de paro), ver Figura 24.

Por lo que se deduce, que con las modificaciones del RPM el SPM tendrá un incremento, y el número de strokes/piezas por minuto será mayor, operando con el mismo tiempo de producción, cantidad de trabajadores y recursos.

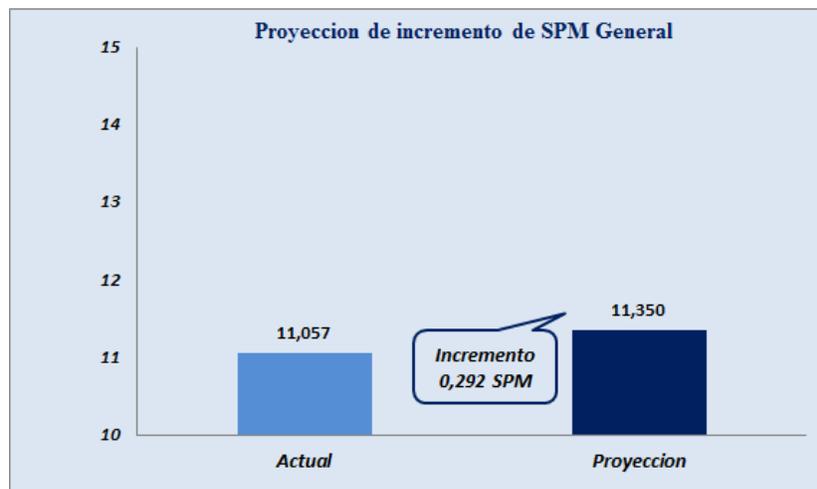


Figura 23. Proyección de incremento de SPM nivel línea TF1500.

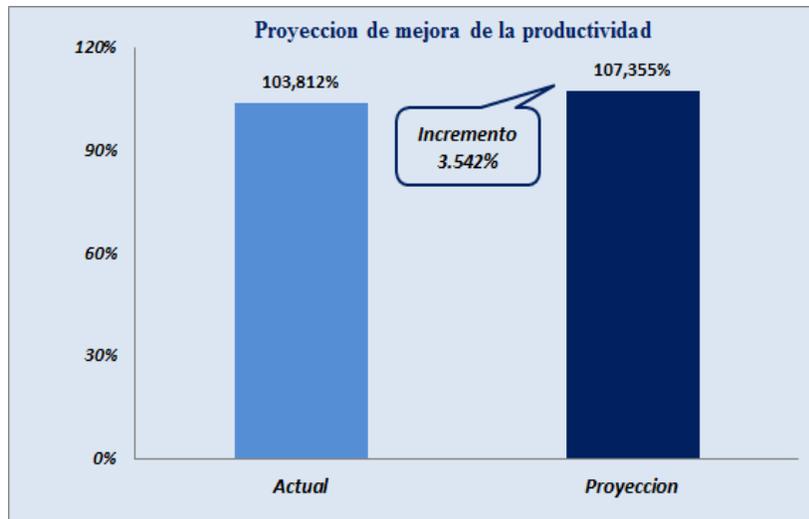


Figura 24. Proyección de incremento de productividad nivel línea TF1500.

4.4 Estandarización de cambios

La estandarización de algún proceso, actividad o cambio, es parte esencial en el Departamento de Ingeniería Estampado. Esta técnica de estandarización permite que se lleve un mejor control donde las tareas se hacen de manera estándar, siempre del mismo modo y bajo el método establecido, evitando la desorganización. Con la implementación de este estudio, que se aplicó al nuevo sistema de clampado para bases, además del aumento de RPM se considera que TF 1500 sufrió cambios, los cuales fueron documentados para su estandarización, y producir de manera normal respetando los nuevos ajustes.

Se hizo un aviso de cambio para el nuevo sistema de clampado de base y otro para el aumento de RPM quedando referenciado en la siguiente codificación:

1. Aviso de cambio de bases y magazines: AC-2017-27
2. Aviso de cambio de aumento de RPM: AC-2017-11

Estos cambios fueron aplicados directamente en el proceso con la difusión respectiva en los departamentos que componen la planta estampado.

V. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y EXPERIENCIA PROFESIONAL ADQUIRIDA

La aplicación de las estrategias académicas seleccionadas en conjunto con las actividades relacionadas con el presente proyecto permitió alcanzar el objetivo planteado de incrementar el SPM a partir de 11 piezas por minuto. Específicamente se logró la reducción de tiempo de paro en un 0.8 y 0.6 % en el mes de noviembre de 2017. Lo anterior significa que se alcanzaron resultados de 955 y 882 piezas recuperadas por reducción de tiempo mediante el nuevo sistema de clampado de base general y completa. A nivel global (planta) el proyecto coadyuvo a lograr un incremento de 0.2 en SPM.

El proyecto de residencia me permitió validar los conceptos teóricos y prácticos aprendidos durante mi periodo como estudiante de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial dentro de la Industria en situaciones reales. En particular aprendí a adaptarme a cambios bajo una cultura de mejora continua en el ámbito laboral. Además de siempre buscar la solución más factible mediante la aplicación de un método analítico y científico para eliminar los problemas desde raíz. Mi estadía de residencia profesional en la empresa fue una de las mejores experiencias de manera profesional, donde aprendí lo importante que es llevar una buena comunicación y trabajar en equipo.

VI. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS

1. Diseñé e innové estructuras de procesos, con base en las necesidades de la empresa para incrementar sus niveles de productividad.
2. Apliqué métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos y modelado de sistemas en los procesos de la organización, para la mejora continua atendiendo estándares de calidad.
3. Implementé planes y programas de seguridad e higiene para el fortalecimiento del entorno laboral y la mejora continua del proceso.
4. Gestioné sistemas integrales de calidad para la mejora de los procesos, ejerciendo un liderazgo estratégico y un compromiso ético.
5. Apliqué las normas legales para la creación y desarrollo de la empresa.
6. Dirigí equipos de trabajo para la mejora continua y el crecimiento integral de la empresa.
7. Utilicé las nuevas tecnologías de información y comunicación de la empresa, para optimizar los procesos y la eficaz toma de decisiones.
8. Promoví el desarrollo del capital humano, para la estandarización del proceso propuesto, dentro de un marco ético y un contexto multicultural.
9. Apliqué métodos de investigación para desarrollar e innovar modelos, sistemas, procesos y productos en las diferentes dimensiones de la organización.
10. Actué como agente de cambio para facilitar la mejora continua y el desempeño de las organizaciones.
11. Apliqué métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas en la gestión empresarial con una visión estratégica.

VII. FUENTES DE INFORMACIÓN

- (1) Conformado mecánico de piezas. (s.f.). [estampado de metales] Recuperado de <https://conformadomecanicodepiezasdtc.weebly.com/estampado-de-metales.html>
- (2) AIDA-América Corp. (1999/2009). *Prensas AIDA [tipos de prensa AIDA de troquelado metálico]*. Recuperado de <https://www.aida-global.com/spanish/>
- (3) Chávez-Silverio, D y Sánchez-Flores, M. J. Octubre 2008. Diseño y fabricación de un Troquel para placas de apagador de aluminio. Tesis de ingeniería. Instituto Politécnico Nacional, D. F., México.
- (4) Carvajal Medios B2B. (Agosto de 2004). *Internacional Metalmecánica* [sistemas de troquelado que cumplen con nuevas demandas de la industria automotriz]. Recuperado de <http://www.metalmecanica.com/temas/Sistemas-de-troquelado-que-cumplen-con-nuevas-demandas-de-la-industria-automotriz+7033035>
- (5) Manufactura Inteligente. (2008-2015). [Kaizen]. Recuperado de <http://www.manufacturainteligente.com/kaizen/>
- (6) Manufacturing Terms. (s.f.). [Muda]. Recuperado de <http://www.manufacturingterms.com/Spanish/Muda.html>
- (7) Atehortua Tapias, Y., & Restrepo Correa, J. (2010). Kaizen: Un Caso De Estudio. *Scientia Et Technica*, XVI (45), 59-64.
- (8) Kanawaty, G. (1996). [Introducción al estudio del trabajo]. Ginebra, Oficina Internacional del Trabajo, cuarta edición (revisada), 1996

ANEXO 1

Componentes básicos del proceso de Transfer 1500



Figura 25. Plantilla (materia prima) a estampar.



Figura 26. Cajón (magazine).



Figura 27. Poka Yoke de magazine.



Figura 28. Bases donde se coloca el magazine.



Figura 29. Banda de alimentación (distacker).



Figura 30. Banda flotante con topes y magneto.

ANEXO 2

Carta de aceptación por parte de la empresa para la residencia profesional

YOROZU

YOROZU MEXICANA S.A. DE C.V.

San Francisco de los Romo, Aguascalientes, 05 de octubre de 2017.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA
MLI JULISA ELAYNE COSME CASTORENA
JEFE DE DEPARTAMENTO DE GESTIÓN
TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN.**

P R E S E N T E.

Por medio de la presente se notifica que la **C. JENNIFER SILVA GUERRA**, alumna de la carrera de **INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL**, con matrícula **131050004**, fue aceptada para desarrollar en esta empresa su proyecto de Residencias Profesionales denominado **"INCREMENTO DE SPM EN TF 1500"** en el departamento de **INGENIERÍA-MANTENIMIENTO ESTAMPADO**, durante el periodo comprendido de **agosto de 2017 a diciembre de 2017**, cubriendo un total de 500 horas con un horario de 08:00 a 17:30 hrs. de lunes a viernes, bajo la supervisión del **ING. GERARDO LÓPEZ SALAS**, Supervisor General de Ingeniería de Producción Estampado, quien funge como su asesor externo.

Sin más por el momento, me despido enviándole un cordial saludo

ATENTAMENTE,


L.R.I. Oscar Omar Salado Martínez
Supervisor General de Recursos Humanos



c.c.p. Expediente

Carr. Aguascalientes – Zacatecas Km. 18.8 San Fco. de los Romo, Edo. De Ags.
C.P. 20300 Teléfono Conmutador (449) 9-10-12-00

ANEXO 3

Carta de terminación por parte de la empresa para la residencia profesional

YOROZU

YOROZU MEXICANA S.A. DE C.V.

San Francisco de los Romo, Aguascalientes, 08 de diciembre de 2017.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA
MLI JULISA ELAYNE COSME CASTORENA
JEFE DE DEPARTAMENTO DE GESTIÓN
TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN.

P R E S E N T E.

Por medio de la presente se notifica que la **C. JENNIFER SILVA GUERRA**, alumna de la carrera de **INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL**, con matrícula **131050004**, concluyó satisfactoriamente su proyecto de Residencias Profesionales denominado **"INCREMENTO DE SPM EN TF 1500"** en el departamento de **INGENIERÍA-MANTENIMIENTO ESTAMPADO**, durante el periodo comprendido de **agosto de 2017 al 08 de diciembre de 2017**, cubriendo un total de 500 horas con un horario de 08:00 a 17:30 hrs. de lunes a viernes, bajo la supervisión del **ING. GERARDO LÓPEZ SALAS**, Supervisor General de Ingeniería de Producción Estampado, quien funge como su asesor externo.

Sin más por el momento, me despido enviándole un cordial saludo

ATENTAMENTE,


L.R.I. Oscar Omar Salado Martínez
Supervisor General de Recursos Humanos



c.c.p. Expediente

Carr. Aguascalientes – Zacatecas Km. 18.8 San Fco. de los Romo, Edo. De Ags.
C.P. 20300 Teléfono Conmutador (449) 9-10-12-00