



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

## **REPORTE FINAL PARA ACREDITAR RESIDENCIA PROFESIONAL**

**DE LA CARRERA DE**

**ING. GESTIÓN EMPRESARIAL**

**INCREMENTO DE PRODUCCIÓN MEDIANTE LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO**

**DE CAMBIO DE MODELO DE COLD FORGING**

KUROTA MEXICO S.A DE C.V



Nombre del asesor externo

Nombre del asesor interno

Miguel Ángel Castillo Martínez

María Esmeralda Esparza Muños

# ***CAPÍTULO 1***

## ***PRELIMINARES***

# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA

Periodo  
(Agosto-diciembre 2019)

*Carrera*

Ingeniería En Gestión Empresarial

*Nombre Del Proyecto*

Incremento de producción mediante la reducción del tiempo de cambio de  
modelo de Cold Forging.

*Nombre Del Alumno*

Arianna Guadalupe Díaz Galaviz

*Nombre Del Asesor Interno*

María Esmeralda Esparza Muños

*Nombre Del Asesor Externo*

Miguel Ángel Castillo Martínez

*Lugar Y Fecha*

Pabellón De Arteaga, Aguascalientes, Aguascalientes, México.  
30 De noviembre del 2019



## **2. AGRADECIMIENTOS.**

El agradecimiento de este proyecto va dirigido a Dios ya que sin la bendición y su amor todo hubiera sido un total fracaso, también para mi hijo que es mi principal motivación para salir adelante, cumplir mis objetivos y metas en la vida.

De igual manera a mis padres por estar siempre apoyándome, esforzándose para que yo pueda cumplir mis metas inculcándome valores como la responsabilidad el respeto para así ser una mejor persona cada día, a las personas que colaboraron orientándome en mi proyecto de residencias mencionando a mi asesor externo Ing., Miguel Ángel Castillo Martínez quien estuvo al pendiente del proyecto, colaborando con su conocimiento para que esté bien elaborado y concluir con éxito. A mi asesora interna Ing. María Esmeralda Esparza Muños que, si no fuera por su paciencia, dedicación en las asesorías no hubiera obtenido estos resultados.

A la empresa KUROTA México S.A de C.V por permitir que el proyecto se lleve a cabo prestando de sus instalaciones y procesos para poder realizarlo dándome la confianza y teniendo fe en que los resultados favorecerán el proceso recibíendome de buena manera y prestando atención al proyecto estando al pendiente de los resultados, tomando en cuenta cada una de mis opiniones y sugerencias.

## **3. RESUMEN.**

En este proyecto se aplicó la metodología SMED para optimizar el cambio de modelo en el área de Cold Forging, donde se realizan de tres a cuatro cambios de modelo por día obligatorios, el tiempo actual afecta la productividad, el OEE de esta área está en 66.1% de eficiencia siendo un proceso que genera cuello de botella dejando sin material a los siguientes procesos, afectando como tal la producción creando posibles retrasos al cliente, las ganancias que proporciona a la empresa no son favorables, la capacidad que se tiene no es aprovechada, durante el proceso aplicando la metodología SMED se generaron herramientas para facilitar el cambio de modelo reduciendo los tiempos obteniendo buenos resultados, logrando reducir el tiempo de cambio de modelo

incrementando la eficiencia y generando más ganancias. La obtención de los resultados principal mente se toman con base a el OEE después de ello se analiza y si se requieren alguna actualización se generan para poder llegar al objetivo establecido. Durante el proyecto se tomó en cuenta de igual menara la capacitación del personal, esto depende de la antigüedad del operador por la experiencia, siendo de gran importancia la capacitación que la misma empresa imparte tomando en cuenta la rotación y variación del personal operativo.

Fecha (noviembre 2019)

#### 4. ÍNDICE.

#### Contenido

<i>CAPÍTULO 1</i> .....	<i>1</i>
<i>PRELIMINARES</i> .....	<i>1</i>
<i>2. AGRADECIMIENTOS</i> .....	<i>3</i>
<i>3. RESUMEN</i> .....	<i>3</i>
<i>4. ÍNDICE</i> .....	<i>4</i>
<i>LISTA DE ILUSTRACIONES</i> .....	<i>6</i>
<i>LISTA DE FIGURAS</i> .....	<i>6</i>
<i>LISTA DE TABLAS</i> .....	<i>6</i>
<i>LISTA DE DIAGRAMAS</i> .....	<i>7</i>
<i>LISTA DE GRAFICAS</i> .....	<i>7</i>
<i>CAPÍTULO 2</i> .....	<i>8</i>
<i>GENERALIDADES DEL PROYECTO</i> .....	<i>8</i>
<i>5.- INTRODUCCIÓN</i> .....	<i>9</i>
<i>6. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL RESIDENTE</i> .....	<i>10</i>
<i>7. PROBLEMAS A RESOLVER, PRIORIZÁNDOLOS</i> .....	<i>13</i>
<i>9. OBJETIVOS (GENERAL Y ESPECÍFICOS)</i> .....	<i>17</i>
<i>CAPÍTULO 3</i> .....	<i>18</i>

MARCO TEÓRICO.....	18
10. MARCO TEÓRICO (FUNDAMENTOS TEÓRICOS).....	19
CAPÍTULO 4.....	25
DESARROLLO.....	25
11. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	26
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	49
CAPÍTULO 5.....	50
RESULTADOS.....	50
12. RESULTADOS.....	51
CAPÍTULO 6.....	58
CONCLUSIONES.....	58
13. CONCLUSIONES DEL PROYECTO .....	59
CAPÍTULO 7.....	60
14. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS. ....	61
CAPÍTULO 8.....	62
FUENTES DE INFORMACIÓN .....	62
15. FUENTES DE INFORMACIÓN .....	63
CAPÍTULO 9.....	64
ANEXOS.....	64
17. ANEXOS.....	65

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 productos.....	11
Ilustración 2 ubicación.....	11
Ilustración 3 Sistema de frenos.....	28
Ilustración 4 Pistón Master.....	28
Ilustración 5 Material procesado.....	28
Ilustración 6 Materia prima.....	28
Ilustración 7 Pasos HOE.....	30
Ilustración 8 Jigs.....	42
Ilustración 9 Boceto.....	43
Ilustración 10 Jigs terminados.....	43

Todas las tablas llevan nombre y van numeradas de manera progresiva según aparezcan en el documento.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Objetivos específicos.....	17
Figura 2 pasos SMED.....	27
Figura 3 equipo SMED.....	33
Figura 4 actividades.....	35
Figura 5 actualizaciones de la limpieza de molde.....	41
Figura 6 Horarios de la limpieza de alimentador.....	44
Figura 7 alimentador, tubo PVC y limpieza.....	45
Figura 8 Herramientas utilizadas.....	51
Figura 9 objetivos.....	51
Figura 10 Horarios.....	56

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Impacto económico con el tiempo de cambio de modelo actual.....	14
Tabla 2 Capacidad de producción.....	29
Tabla 3 Medición de tiempos.....	31
Tabla 4 actividades separando interno y externo.....	38
Tabla 5 Plan de Accion.....	39
Tabla 6 asignación de color para los modelos.....	42

Tabla 7 descripción de pasos a seguir .....	46
Tabla 8 cronograma de actividades. ....	49
Tabla 9 medición de tiempos antes.....	54
Tabla 10 medición de tiempos después .....	54
Tabla 11 impacto económico .....	57

## LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 Organigrama Kurota Mexico S.A de C.V.....	12
Diagrama 2 Ishikawa.....	34

## LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1 OEE Reporte Mensual Julio 2019.....	13
Grafica 2 Capacidad por linea y situacion actual.....	16
Grafica 3 datos actuales de los tiempos en que se realiza el cambio.....	31
Grafica 4 Julio 2019 datos actuales por operador .....	32
Grafica 5 agosto tiempos .....	46
Grafica 6 reporte mensual del OEE agosto 2019 .....	47
Grafica 7 Agosto 2019 por operador .....	48
Grafica 8 resultados OEE .....	52
Grafica 9 Tiempo del cambio de modelo .....	53
Grafica 10 comparativa por pasos.....	55
Grafica 11 productividad .....	56
Grafica 12 ganancia anterior, ganancia actual .....	57



# ***CAPÍTULO 2***

## ***GENERALIDADES DEL PROYECTO***

## 5.- INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se llevó a cabo con carácter de trabajo profesional, con base a la carrera en Ingeniera en Gestión Empresarial aplicando los conocimientos que se adquirieron. La metodología SMED es un acrónimo en lengua inglesa (Single Minute Exchange of Die), que significa cambio de troqueles en menos de diez minutos; en la empresa KUROTA México S.A de C.V se realizan Pistones (M/S) la principal área realiza el prensado de 10 diferentes números de parte del cliente BOSCH; esta área se encarga de abastecer a los siguientes procesos, es necesario realizar cambios de modelos constantes para poder abastecer y realizar los productos en tiempo y forma, durante dichos cambios de modelo se genera bastante tiempo utilizando la metodología SMED se espera lograr reducir el tiempo de cambio de modelo beneficiando el proceso generando más producción, manteniendo un seguimiento y principalmente resolviendo los problemas para darle continuación y obtener resultados exitosos.

Cabe mencionar que se llevará una secuencia de los pasos de la metodología SMED con el objetivo de optimizar el método del cambio. La manera en la que la empresa mide la producción es mediante el OEE que es una herramienta de medición fundamental para conocer el rendimiento productivo de las maquinarias aplicándolo en cada uno de los procesos y así evaluar a los departamentos involucrados por ejemplo mantenimiento, control de producción etc. primero presenta una gráfica (Summary OEE %) con el porcentaje de cada uno de los departamentos que es el valor actual, de bajo esta colocado el Target es el objetivo de cada uno de los departamentos que la empresa proporciona, este viene de color rojo de manera lineal para limitar los resultados y detectar si están dentro de lo requerido, la gráfica (Pareto loss faktors Top 10 min) nos muestra el primer factor de paro en minutos generando 1398min perdidos en el mes de julio por la realización de 28 cambios de modelo que están representados en la gráfica de (Pareto loss faktors Top 10 Freq) siendo la frecuencia en la que es realizado un cambio de modelo, de esta manera se detectan los factores de pérdida para atacar con herramientas de mejora continua en los procesos llegando a obtener buenos resultados mejorando la productividad y generando mayor utilidad para la compañía, además de ofrecer productos de alta calidad.

## **6. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL RESIDENTE.**

### *KUROTA México S.A de C.V*

Es una empresa automotriz que se dedica a realizar principalmente de Pistón (M/C) para frenos de automóviles y componentes del motor, con los que garantizan la seguridad del vehículo, estos se utilizan en el freno de un automóvil es un dispositivo de control hidráulico que hace que se convierta la fuerza física del pie de un conductor en la presión hidráulica para accionar otros dispositivos por ejemplo el cilindro de rueda y los cíper, estas empresas automotrices se encuentran en Japón, Tailandia, una en México y oficinas en China.

### *Historia*

Inmediatamente después de la guerra, KUROTA México S.A de C.V se involucró en la industria de autopartes y el 22 de septiembre de 2016 se realiza la apertura en el estado de Aguascalientes San Francisco de los Romos. Desde entonces, la compañía ha crecido en conjunto con la industria automotriz en Japón.

### *Presenta a tu equipo*

La empresa KUROTA México S.A de C.V es una empresa automotriz que se dedica a realizar el Pistón (M/C) principalmente proveedor de la empresa BOSCH, siendo el cliente que tiene un 60% de consumo de la producción total, el área de trabajo donde se realizarán las actividades del proyecto de residencias profesionales es producción enfocándose en el proceso de Cold Forging. En la empresa KUROTA México S.A de C.V una de las actividades que se tienen es llevar a cabo la realización del OEE siendo una herramienta de medición fundamental para conocer el rendimiento productivo de las maquinarias y así evaluar a los departamentos de cada área.

### *Misión*

Satisfacer a nuestros clientes asegurando la seguridad y protegiendo el medio ambiente de gente de todo el mundo, así como aportando a la comodidad y la alta calidad de vida

por medio de la “filosofía de diseño y manufactura (monozukuri); existimos para el crecimiento y la felicidad de nuestros compañeros y colaboradores, así como para contribuir a las sociedades locales en cuanto al empleo, el pago de impuestos y el medio ambiente.

### Valores

- Compromiso
- Esfuerzo
- Responsabilidad
- Política de calidad

### Objetivo

- Ser mejores para la sociedad mediante la fabricación de productos fiables.
- Ofrecer los mejores productos para los clientes.
- Crear un ambiente de trabajo cómodo y seguro.
- Crear una sociedad orientada a la calidad.

### Muestras de productos

Los productos que se fabrican son Pistones M.C, Válvula Solenoide y Plunger, (*Ver Ilustración 1 Productos*).

### Ubicación

Circuito Cerezos Sur #108. San Francisco de los Romos. Aguascalientes (*Ver Ilustración 2 Ubicación*).

### Contacto

Página web <http://www.kurota.com/e/>. Tel.4783103



*Ilustración 2 productos*



*Ilustración 1 ubicación*

## Organigrama

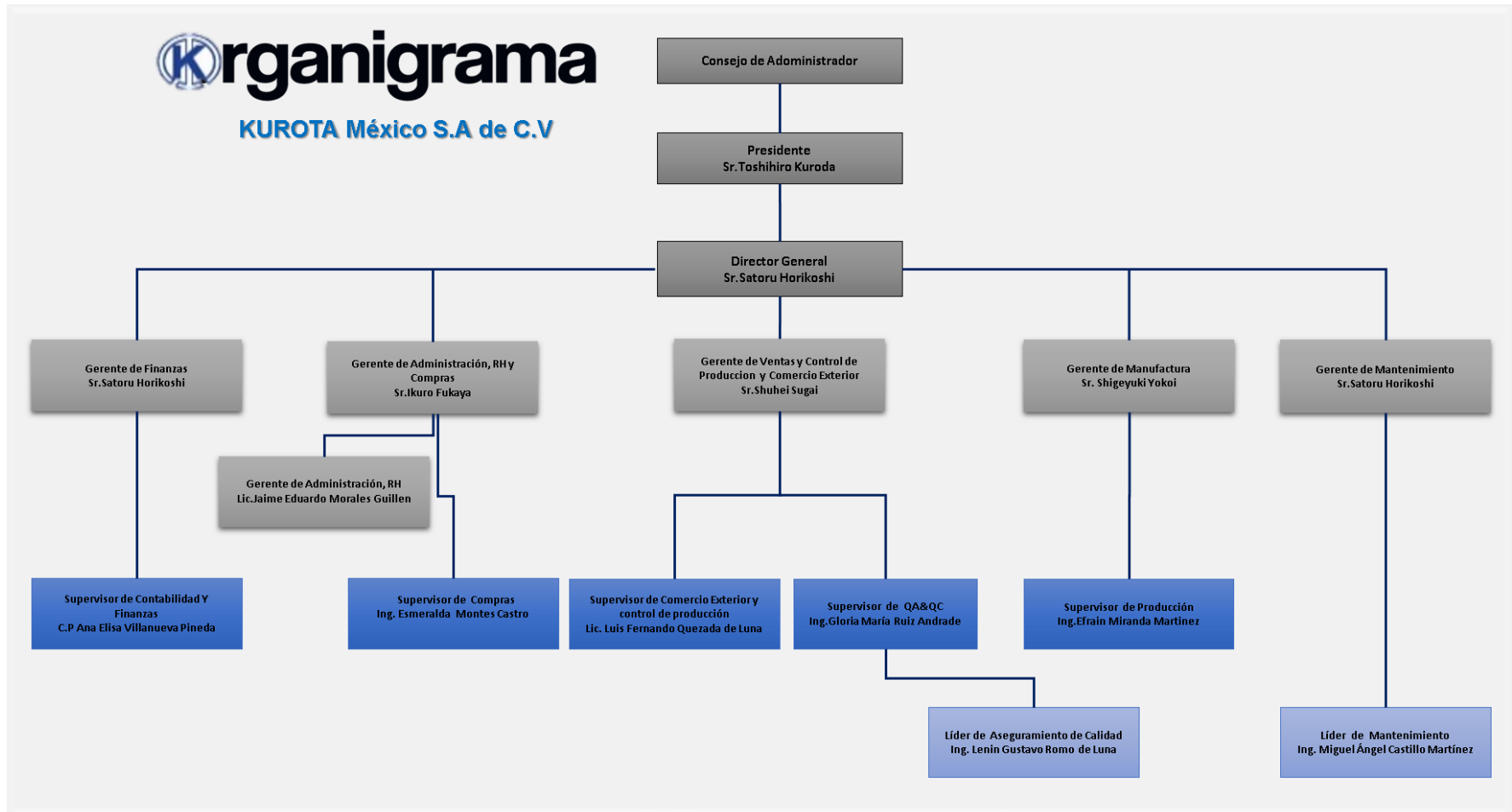
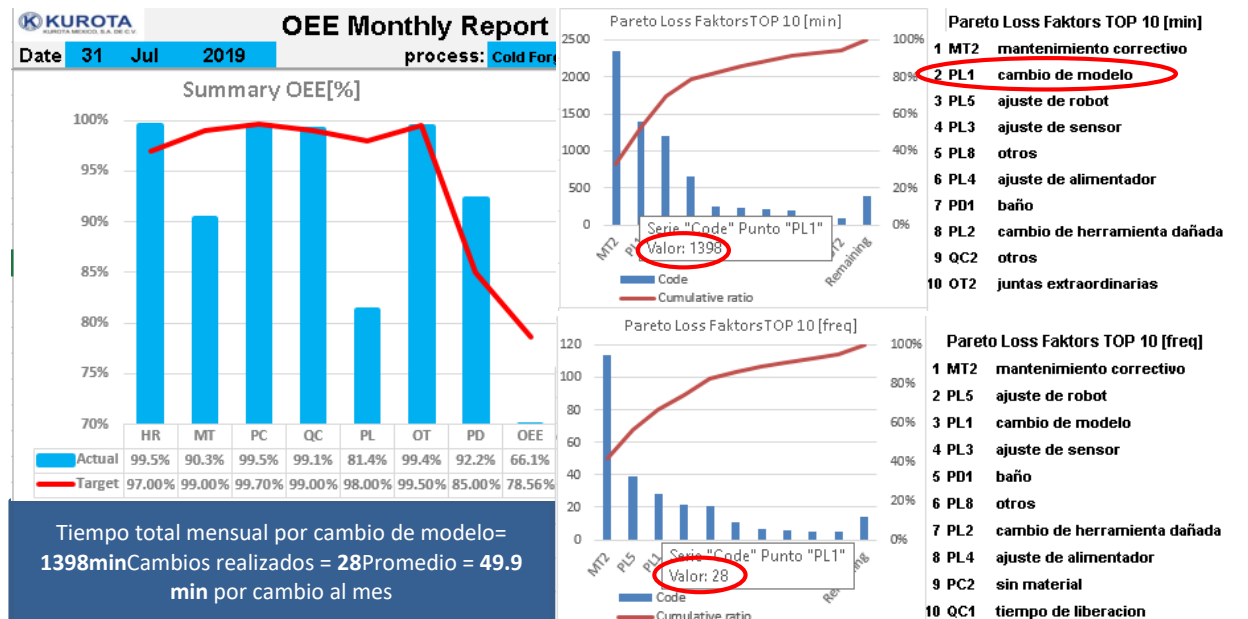


Diagrama 1 Organigrama Kurota Mexico S.A de C.V

## 7. PROBLEMAS A RESOLVER, PRIORIZÁNDOSLOS.

KUROTA México S.A de C.V es una empresa automotriz cuyo principal producto es el Pistón (M/C). Después de recibida la materia prima el primer proceso por el que pasa es el prensado (Cold Forging) en este mediante una forja en frio se le da la forma previa para poder ser maquinado posteriormente. Se cuenta con dos líneas de producción las cuales producen los 10 diferentes números de parte del cliente BOSCH, por lo anterior se programan de tres a cuatro cambios de modelo obligatorios para poder abastecer a los siguientes procesos.

Cada uno de los procesos de la empresa debe cumplir con el 85% de productividad, sin embargo, por la demora del cambio de modelo se genera una gran pérdida de producción en el área y un cuello de botella que retrasa las etapas siguientes, el porcentaje actual que se tiene de productividad es el 66.1% (ver Grafica 1 OEE Reporte Mensual Julio 2019) Siendo un área ineficiente.



Grafica 1 OEE Reporte Mensual Julio 2019

El reporte mensual del OEE se encarga de medir la productividad de cada una de las áreas destacando en sus gráficas los principales factores de perdida y detectar cuál es el problema de paros en la línea.

Puntos a resaltar

- Tiempo total mensual de cambio de modelo = 1398min
- Cambios realizados = 28
- Tiempo promedio:  $1398/28 = 49.9$ min. Promedio = 49.9 min por cambio al mes.

Esto genera ganancias no muy favorables en la empresa (*ver tabla 1 de impacto económico con el tiempo de cambio de modelo actual*). La tabla menciona los datos actuales comparando la ganancia que se genera con el tiempo del cambio de modelo actual siendo visible cuánto impacta económicamente.

En este proyecto se optimizará el cambio de modelo para que sea un 50% más rápido con esto aumentar las ganancias actuales obteniendo como beneficio el incremento de productividad, cumpliendo con el porcentaje marcado por el indicador del OEE mejorando con ello, el desempeño del área.

Impacto Económico	Tiempo de cambio de modelo 49.9 min
Tiempo trabajado por turno	540.2
Equivalente en piezas	4052
Ganancia del proceso por turno	\$ 4,034.30
Ganancia del proceso por día	\$ 8,068.60
Ganancia del proceso por mes	\$ 137,166.20
Ganancia del proceso por año	\$ 1,645,994.40
Ganancia del proceso por las dos líneas	\$ 3,291,988.80

*Tabla 1 Impacto económico con el tiempo de cambió de modelo actual*

## 8. JUSTIFICACIÓN

El objetivo que tiene la empresa KUROTA México C.A de C.V. Es ser una empresa fiable con ello va de la mano entregar productos de calidad en tiempo y forma al cliente por lo anterior se aplicará la metodología SMED buscando como beneficio el incremento del OEE, esta metodología se ajusta a la capacidad del área para satisfacer la demanda del cliente.

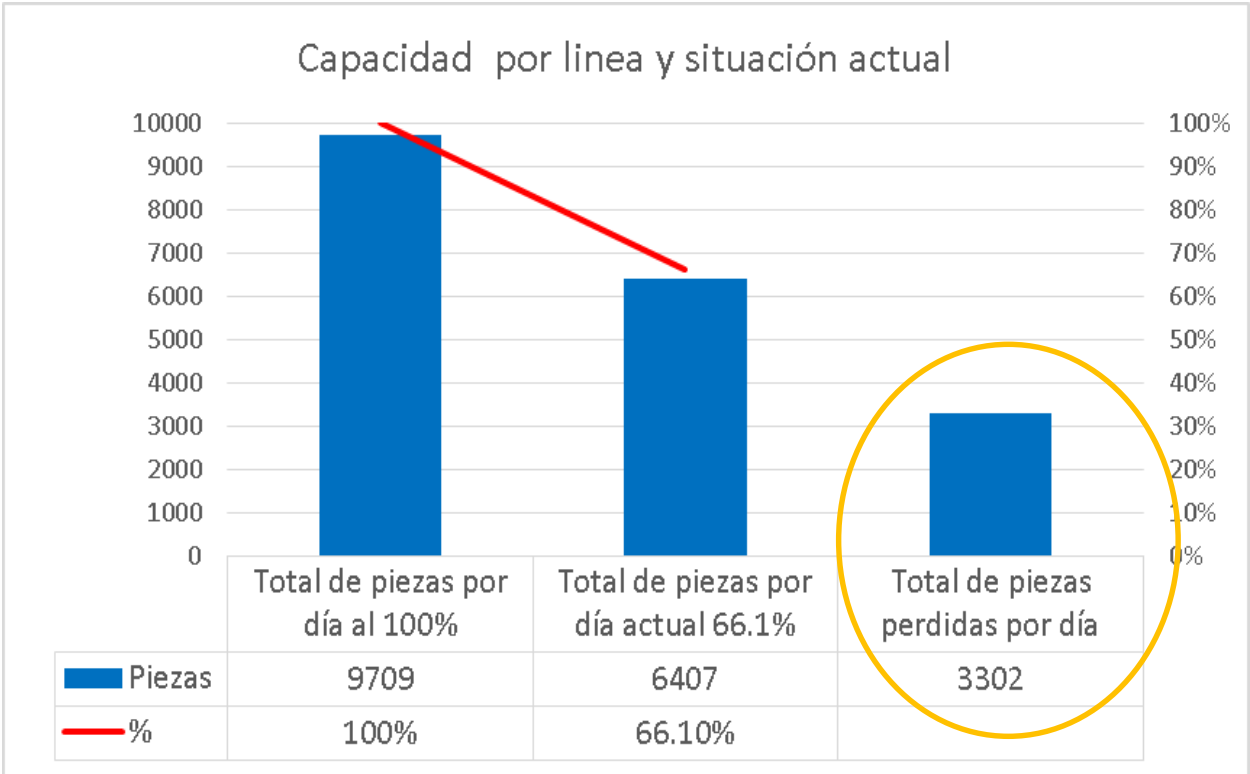
BOSCH consume alrededor del 60% de los productos que realiza la empresa, actualmente el área de Cold Forging produce los 10 diferentes números de parte de este cliente, cuenta con dos líneas de producción que tienen una capacidad por línea de 9,709 piezas, de las cuales solo se generan 6,407 piezas por día, teniendo una pérdida de 3,302 piezas (*ver grafica 2 Capacidad por línea y situación actual*).

La causa principal es que se realizan de tres a cuatro cambios de modelo obligatorios por día el tiempo que se pierde son, 880min esto equivale a 6,604 piezas, afectando a los siguientes procesos por falta de material se requiere optimizar el método para que sea menos tiempo perdido, con esto aumente la producción y se obtengan mejores ganancias.

Uno de los objetivos principalmente es incrementar la productividad para que se aproveche la capacidad de las líneas a un 85% que la empresa tiene como objetivo en cada uno de los procesos, generando este porcentaje establecido se ahorran días de producción (tiempo extra), se reducirán perdidas en esta área ya que son dos líneas las que están en la misma situación y así se obtendrán menos paros en los siguientes procesos por falta de material.



En este proyecto se aplicará lo aprendido a lo largo de la ingeniería en gestión empresarial con base a técnicas, metodologías, herramientas, optimizando el proceso haciéndolo más productivo analizando desde una perspectiva estratégica multidisciplinaria para diseñar e implementar la mejor calidad, competitividad y productividad del proceso.



Grafica 2 Capacidad por línea y situación actual

## 9. OBJETIVOS (GENERAL Y ESPECÍFICOS)

### Objetivo general

Aplicar la metodología SMED en el proceso de Cold Forging para optimizar el método de cambio de modelo mejorando su proceso para que reduzca al menos un 30%, tomando como base el promedio actual e incrementar la productividad al 85% beneficiando a la empresa KUROTA México C.A de C.V. para lograr que Cold Forging sea eficiente y genere mejores ganancias.

### Objetivos específicos

- Analizar el proceso del cambio de modelo actual para conocer la causa raíz de la demora.
- Optimizar el cambio de modelo a través de la metodología **SMED** e incrementar la productividad dando una solución favoreciendo el proceso y a la empresa.
- Aplicar una capacitación para los operadores con el nuevo método de cambio de modelo.

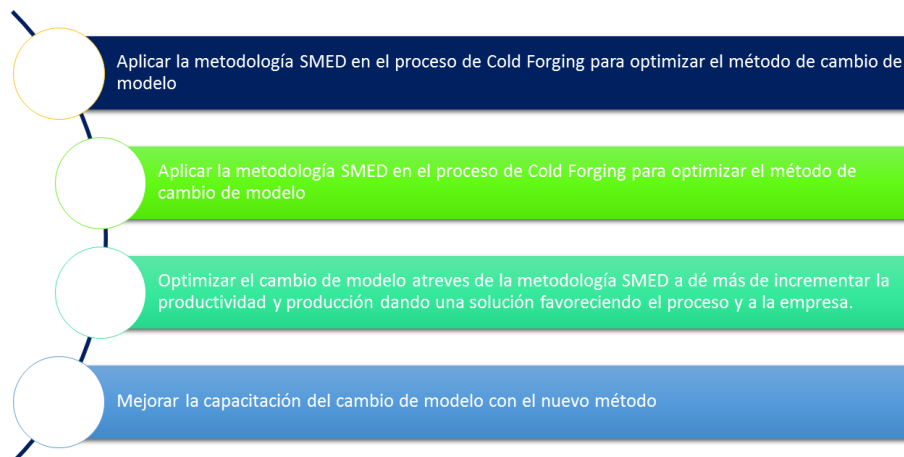


Figura 1 Objetivos específicos

# ***CAPÍTULO 3***

## ***MARCO TEÓRICO***

## 10. MARCO TEÓRICO (FUNDAMENTOS TEÓRICOS).

### SMED

Herramienta de la Mejora continua que de forma metodológica busca reducir el tiempo de cambio de referencia en máquinas de entornos productivos.

SMED es el acrónimo en lengua inglesa de Single Minute Exchange of Die, que en español significa “cambio de matriz en menos de 10 minutos”.

#### Historia

El SMED nació de la necesidad de reducir el tamaño de los lotes que pasaban por las prensas de estampación, optimizando para ello el tiempo de cambio empleado en pasar de una matriz a otra.

Hoy en día el SMED se aplica a las preparaciones de toda clase de máquinas.

Para hablar sobre el SMED conviene tener claros una serie de conceptos:

- Tiempo de cambio: es el tiempo desde que se fabrica la última pieza del producto saliente hasta la primera pieza OK del producto entrante. Por tanto, durante el tiempo de cambio la máquina está parada.
- Preparación: operaciones necesarias para el cambio de referencia. Toda preparación es desperdicio (MUDA), ya que no aporta valor para el cliente.
- Preparación interna: operaciones de la preparación que sólo pueden realizarse con máquina parada.
- Preparación externa: operaciones de la preparación que pueden realizarse con la máquina en marcha.

#### Utilidad de SMED

El SMED sirve para reducir el tiempo de cambio y para aumentar la fiabilidad del proceso de cambio, lo que reduce el riesgo de defectos y averías.

La reducción del tiempo de cambio de referencia puede aprovecharse de dos maneras:

- Para incrementar el OEE y la productividad. Manteniendo tanto la frecuencia de cambio de las referencias como el tamaño de los lotes.
- Para reducir el stock en proceso. Incrementando la frecuencia de cambio de las referencias y reduciéndose el tamaño de los lotes. Desde el punto de vista del

Lean Manufacturing siempre interesará reducir los niveles de stock.

- El incremento del OEE y Productividad quedará vinculado a lo justa que vaya nuestra capacidad para satisfacer la demanda del cliente.

### Función de SMED

En 1969 el padre del SMED, el Dr. Shigeo Shingo, definió sus fundamentos al conseguir reducir el tiempo de cambio de una prensa de 1000 toneladas de 4 horas a 3 minutos, de ahí surgió lo de “menos de 10 minutos”.

Aunque en la definición de SMED se hable de reducir los tiempos de preparación en menos de 10 minutos, esto no siempre será posible.

La realización del SMED sigue 7 pasos:

1. Preparación Previa
2. Analizar la actividad sobre la que se va a centrar el taller SMED.
3. Separar lo interno de lo externo.
4. Organizar actividades externas.
5. Convertir lo interno en lo externo.
6. Reducir los tiempos de actividades internas.
7. Realizar el seguimiento.

### OEE

#### Historia

El OEE es un indicador que mide la eficacia de la maquinaria industrial, y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua. Sus siglas corresponden al término inglés “Overall Equipment Effectiveness” o “Eficacia Global de Equipos Productivos”.

Fue utilizado por primera vez por Seiichi Nakajima, el fundador del TPM: Total Productive Maintenance, como la herramienta de medición fundamental para conocer el rendimiento productivo de la maquinaria industrial. Su reto fue aún mayor al crear un sentimiento de responsabilidad conjunta entre los operarios de las máquinas y los responsables de mantenimiento para trabajar en la mejora continua y optimizar la Eficacia Global de los

Equipos (OEE).

### Función de OEE

En las empresas a menudo existe la necesidad de poder cuantificar la productividad y eficiencia de los procesos productivos. Además, hay que tener en cuenta que sólo lo que se mide se puede gestionar y mejorar. Ahí es donde entra el OEE. Esta herramienta es capaz de indicar, mediante un porcentaje, la eficacia real de cualquier proceso productivo. Esto es un factor clave, para poder identificar y paliar posibles ineficiencias que se originen durante el proceso de fabricación.

### Ventajas del OEE

La correcta implementación de un sistema OEE repercute directamente en el rendimiento que se va a obtener del proceso de manufactura. Esto se debe a que se reducen los tiempos en los que las máquinas están paradas, se identifican las causas por las que hay pérdidas de rendimiento (cuellos de botella y velocidades reducidas), y aumenta el índice de calidad del producto, minimizando retrabajos y pérdidas ocasionadas por elaboración de producto defectuoso. No sólo eso, mostrar información fiable en tiempo real del proceso aumenta significativamente la eficiencia de los empleados, y facilita su trabajo

El OEE nos proporciona visión acerca de las pérdidas que ocurren durante el proceso de fabricación.

Si la producción de productos aprobados se queda por detrás de la capacidad instalada, hablamos de capacidad oculta de producción (esta capacidad no está siendo utilizada para la fabricación de productos buenos, y, de manera no intencionada, está siendo utilizada para otras cosas pérdidas). Como las máquinas funcionan en comparación con una máquina ideal (máquina que funciona siempre que queremos, a la máxima velocidad y produciendo solo productos buenos a la primera), OEE nos permite identificar las pérdidas diferenciadas en los siguientes factores:

- Disponibilidad: Cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que quería que estuviera funcionando (quitando el tiempo no planificado)

- Rendimiento: Durante el tiempo que ha estado funcionando, cuánto ha fabricado (bueno y malo) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal.
- Calidad: Es el indicador más conocido de todos. Cuánto he fabricado bueno a la primera respecto del total de la producción realizada (bueno y malo).

## Resultados

- El OEE es, por tanto, una herramienta fácilmente comprensible para el proceso de Mejora Continua en su empresa:
- Es infalible al señalar claramente donde está el problema (las pérdidas se visualizan).
- Muestra las prioridades de un modo muy claro.
- Facilitará la decisión de seleccionar las mejoras específicas necesarias correctamente.
- Los resultados de las acciones de mejora emprendidas se observan rápidamente (“el OEE crece”).
- Es un indicador simple y fácil de entender para todos los implicados.

## 7 Mudas

Muda es una palabra japonesa que significa “inutilidad; ociosidad; desperdicio; superfluidad” y es un concepto clave en el Toyota Production System (TPS) o Manufactura Esbelta como uno de los tres tipos de residuo (muda, mura, mun). Reducir los residuos es una manera efectiva de aumentar la rentabilidad. Toyota escogió estas tres palabras que comenzaban con el prefijo “mu” que es reconocido en Japón como referencia a un programa o campaña de mejora de un producto.

Un proceso agrega valor al producir bienes o proveer un servicio por el que un cliente pagará. Un proceso consume recursos y los residuos ocurren cuando se consumen más

recursos de los necesarios para producir los bienes o la prestación del servicio que el cliente realmente quiere. Las actitudes y herramientas del TPS sensibilizan y dan nuevas perspectivas para identificar los residuos y las oportunidades no explotadas asociadas con la reducción de residuos.

### Los Siete Desperdicios

Uno de los pasos claves en Lean y TPS es la identificación de cuales pasos agregan valor y cuáles no. Al clasificar las actividades del proceso en estas dos categorías es posible emprender acciones para mejorar las primeras y eliminar las segundas. Algunas de estas definiciones podrán parecer “idealistas” pero esta definición dura es vista como importante para la efectividad de este paso clave.

- **Transportación**

Cada vez que un producto es movido, tiene el riesgo de ser dañado, perdido, tener retraso, etc. Además de ser un costo de no valor añadido. La transportación no hace ninguna transformación al producto que el cliente está dispuesto a pagar.

- **Inventario**

Inventario, ya sea en forma de materias primas, productos en proceso o también conocido como WIP, o productos terminados, representa un desembolso de capital que aún no ha producido un ingreso ya sea por el productor o para el consumidor. Cualesquiera de estos tres elementos no están activamente procesados para añadir valor es desperdicio.

- **Movimiento**

En contraste con el transporte, que se refiere a los daños a los productos y los costos de transacción asociados con el movimiento de ellos, el movimiento se refiere a los daños que ocasiona el proceso de producción de la entidad que crea el producto, ya sea a través del tiempo (desgaste de los equipos y las lesiones por esfuerzo repetitivo para los trabajadores) o durante eventos discretos (accidentes daños al equipo y / o lesionar a los trabajadores).

- **Espera**

Siempre que los bienes no se encuentran en el transporte o en trámite, están esperando. En los procesos tradicionales, una gran parte de la vida de un producto



individual que se gasta en espera de ser trabajado.

- Sobre Procesamiento

Durante el procesamiento se produce cada vez que se realiza más trabajo en una pieza de lo requerido por el cliente. Esto también incluye el uso de herramientas que son más precisas, un complejo o caro de lo absolutamente necesario.

- Sobre Producción

La sobreproducción se produce cuando se produce más producto de lo que se requiere en ese momento por sus clientes. Una práctica común que conduce a esta muda es la producción de grandes lotes. La sobreproducción es considerada la peor muda porque oculta y / o genera todos los demás. La sobreproducción conduce a exceso de inventario, el cual requiere el gasto de los recursos de espacio de almacenamiento y conservación, actividades que no benefician a los clientes.

- Defectos

Cada vez que aparecen imperfecciones, se incurre en costos adicionales reelaboración de la parte, reprogramación de producción, etc.

# ***CAPÍTULO 4***

## ***DESARROLLO***

## **11. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.**

### *Pasos a realizar según la metodología SMED*

#### *1) Preparación Previa:*

Esta etapa consta de dos partes:

##### *1.1 Investigar:*

Conocer el producto, la operación, la máquina, la distribución en planta (layout), las instrucciones de la preparación existentes. Obtener datos históricos de los tiempos de preparación.

##### *1.2 Crear un equipo:*

Constituir un equipo, darle la formación necesaria sobre los fundamentos del SMED y darle a su vez los medios necesarios para poder realizarlo.

#### *2) Analizar la actividad sobre la que va a centrar el taller SMED:*

Filmar en detalle todas y cada una de las actividades que se realizan durante el proceso de cambio de referencia o realizar un análisis mediante una herramienta de calidad.

#### *3) Separar lo interno de lo externo*

Repasar las actividades para identificar aquellas que pueden ser externas. De ahí la importancia de convertir cuantas más actividades se puedan del proceso de cambio de referencia en externas.

#### *4) Organizar las actividades externas*

Como las actividades externas se pueden hacer con la máquina en marcha, en esta etapa el equipo debe de hacer un ejercicio de planificación con el objeto de que todas las actividades externas estén preparadas en el momento vaya a comenzar el proceso de cambio de referencia.

#### *5) Convertir lo interno en lo externo*

Para cada una de las actividades que se han decidido convertir en externas el equipo debe definir el PLAN DE ACCIÓN a seguir para lograr esa conversión. De esta forma para cada actividad se debe indicar que se va hacer, quien lo va hacer y cuando debe tenerlo terminado.

#### *6) Reducir los tiempos de las actividades internas*

En esta fase el equipo debe de plantear ideas de mejora para reducir los tiempos de

ejecución de las actividades internas.

*7) Realizar el Seguimiento*

Realizar el seguimiento para ver si el nuevo estándar definido sufre desviaciones y en caso de que así sea, poder tomar acciones correctoras.

*(Ver figura 2 pasos SMED).*



*Figura 2 pasos SMED*

# 1. PREPARACIÓN PREVIA

## 1.1 Investigar

En la empresa KUROTA México S.A de C.V se realizan Pistones (M.C) estos se utilizan en el freno de un automóvil (*ver ilustración 3 función de cilindro master en el sistema de frenos*). Es un dispositivo de control hidráulico que hace que se convierta la fuerza física del pie de un conductor en la presión hidráulica para accionar otros dispositivos por ejemplo el cilindro de rueda y los caliper (*ver ilustración 4 Pistón Master*).

El área de Cold Forging es uno de los principales procesos de la realización de Pistones (M.C) realiza el prensado de la materia prima (*ver ilustración 6 Materia prima*). Dándole forma al producto (*ver ilustración 5 Producto procesado*). Siendo un proceso de mucha importancia.



Ilustración 3 Sistema de frenos



Ilustración 4 Pistón Master



Ilustración 6 Materia prima

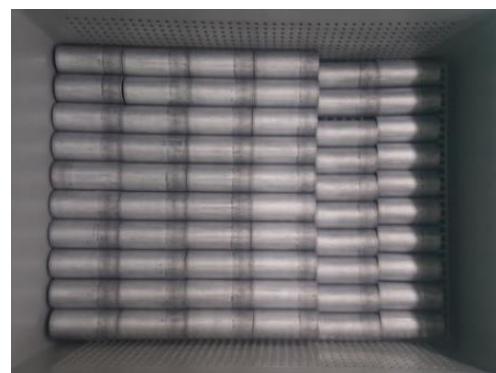


Ilustración 5 Material procesado

El área de Cold Forging cuenta con horarios y una capacidad de producción de 9709pzs.

*Tabla de (Capacidad de producción)*

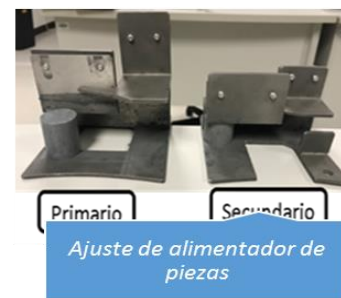
Tabla 2 Capacidad de producción

<b>Capacidad de producción</b>					
<b>General</b>					
Cold Forging Horario		Tiempo no planeado (min)	Tiempo planeado (min)	Acumulado (min)	Piezas por hora
<b>1er Turno</b>					
8:00	9:00	15	45	45	<b>337</b>
9:00	10:00	0	60	105	<b>450</b>
10:00	11:00	10	50	155	<b>375</b>
11:00	12:00	0	60	215	<b>450</b>
12:00	13:00	35	25	240	<b>187</b>
13:00	14:00	0	60	300	<b>450</b>
14:00	15:00	0	60	360	<b>450</b>
15:00	16:00	10	50	410	<b>375</b>
16:00	17:00	0	60	470	<b>450</b>
17:00	18:00	15	45	515	<b>337</b>
18:00	19:00	0	60	575	<b>450</b>
19:00	20:00	0	60	635	<b>450</b>
20:00	20:15	10	5	640	<b>37</b>
<b>2do Turno</b>					
20:05	21:00	0	55	55	<b>412</b>
21:00	22:00	0	60	115	<b>450</b>
22:00	23:00	10	50	165	<b>375</b>
23:00	0:00	0	60	225	<b>450</b>
0:00	1:00	35	25	250	<b>187</b>
1:00	2:00	0	60	310	<b>450</b>
2:00	3:00	0	60	370	<b>450</b>
3:00	4:00	10	50	420	<b>375</b>
4:00	5:00	0	60	480	<b>450</b>
5:00	6:00	15	45	525	<b>337</b>
6:00	7:00	0	60	585	<b>450</b>
7:00	8:00	0	60	645	<b>450</b>
8:00	8:20	10	10	655	<b>75</b>

Las tolerancias entre la primera y última hora son para el llenado de documentos y realizar 5s. Igual se tienen horarios de descanso (break) designados por la misma empresa. Durante un turno se realizan regularmente de tres a cuatro cambios de modelo para poder abastecer al siguiente proceso, estos cambios se tienen que ser frecuentes variando los números de parte para que en el siguiente proceso no se queden sin material y generen cuellos de botella.

Los pasos a seguir para la realización del cambio de modelo se realizan mediante una HOE hoja de operación estándar que son los pasos estandarizados a seguir para hacer la realización del cambio de modelo, los pasos más relevantes son:

- 1) Quitar y limpiar la parte de abajo del molde (molde anterior) (*Ver ilustración 7 Pasos HOE*).
- 2) Montar la parte de abajo (molde siguiente)
- 3) Quitar y limpiar parte de arriba del molde (modelo anterior)
- 4) Montar parte de arriba (modelo siguiente)
- 5) Limpiar alimentador de piezas
- 6) Ajuste de alimentador de piezas



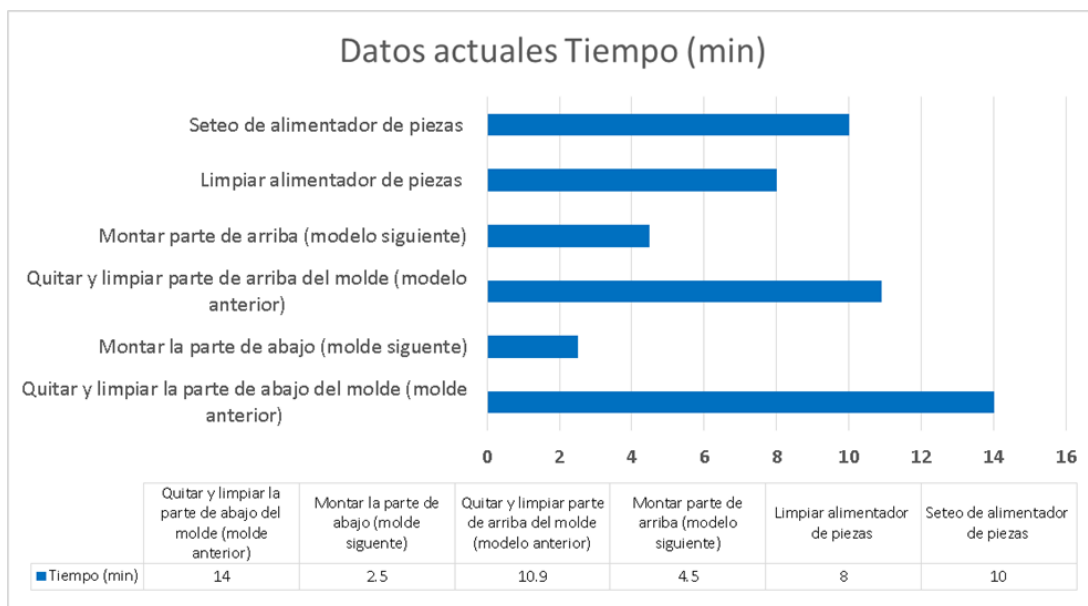
*Ilustración 7 Pasos HOE*

Mediante el cambio realizado siguiendo el HOE, hoja de operación estándar se midieron los tiempos y se capturaron.

La medición de tiempos durante el cambio de modelo se realizó tomando en cuenta la fatiga, demoras personales y retrasos inevitables, a su vez analizando los diversos movimientos realizados durante la actividad obteniendo como resultados los siguientes *(ver tabla x Medición de tiempos)*. De igual manera se representa mediante una gráfica para ver los resultados de mejor manera *ver grafica x datos actuales tiempo (min)*.

Tabla 3 Medición de tiempos

Pasos	Descripción de los pasos a seguir	Tiempo (min)
1	Quitar y limpiar la parte de abajo del molde (molde anterior)	14
2	Montar la parte de abajo (molde siguiente)	2.5
3	Quitar y limpiar parte de arriba del molde (modelo anterior)	10.9
4	Montar parte de arriba (modelo siguiente)	4.5
5	Limpiar alimentador de piezas	8
6	Ajuste de alimentador de piezas	10

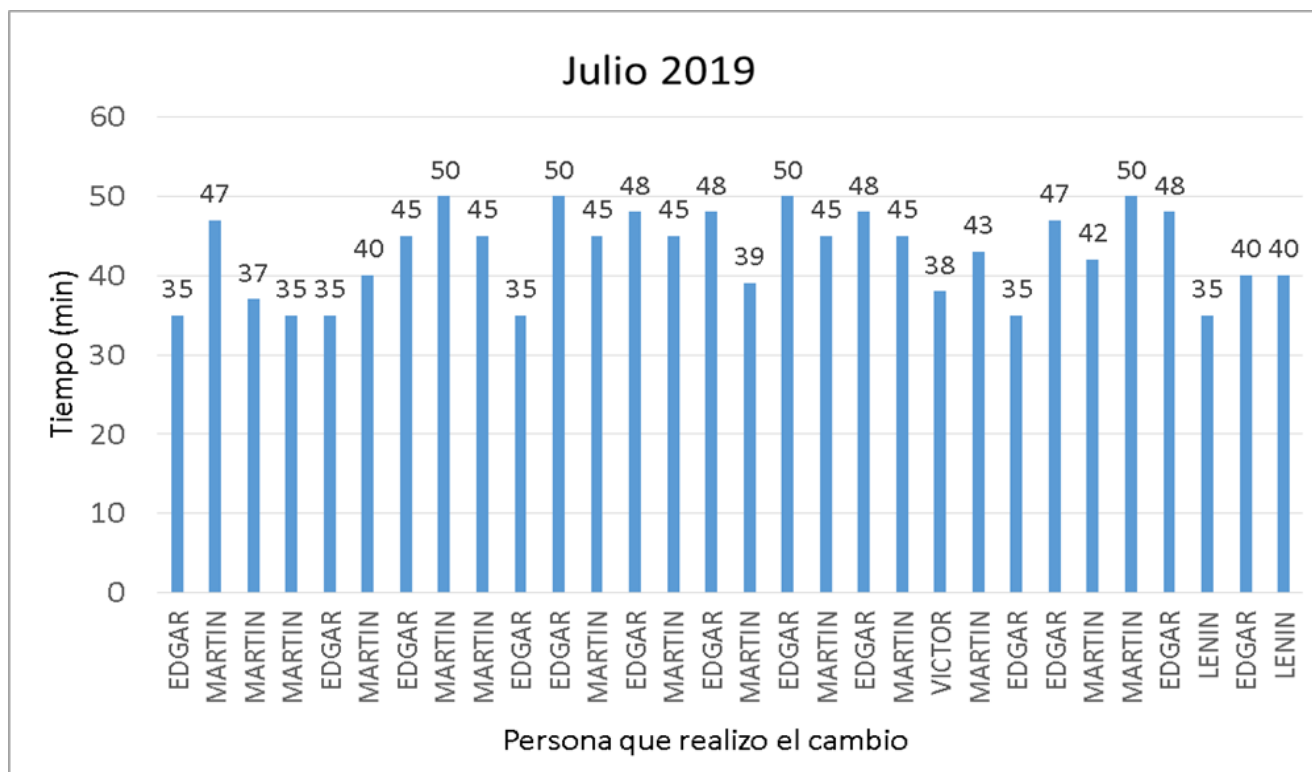


Grafica 3 datos actuales de los tiempos en que se realiza el cambio.



Se tiene de igual manera un registro de los cambios realizados en el mes de julio por cada uno de los operadores ([ver grafica 4 Julio 2019 datos actuales por operador](#)).

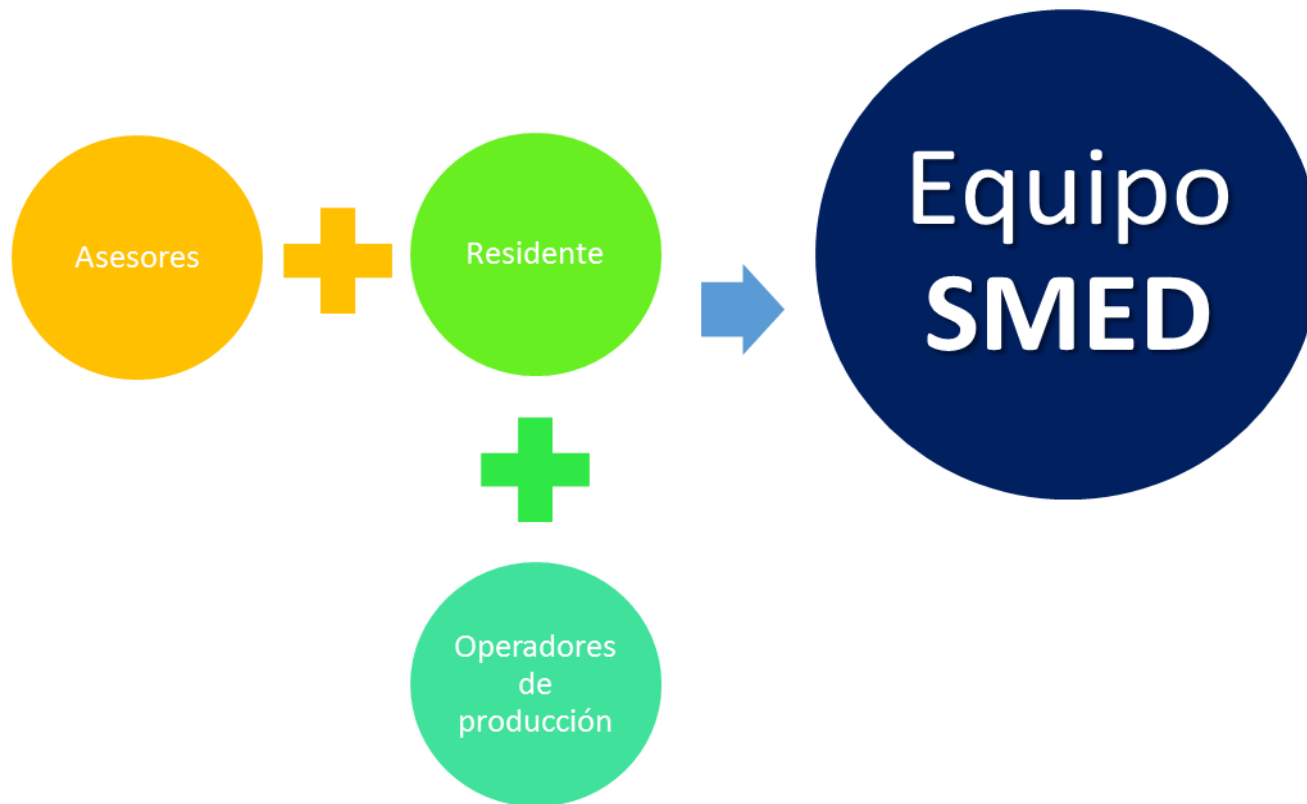
La gráfica permite que sea más visible el tiempo que se tarda cada operador en realizar un cambio de modelo. Es muy impórtate tener el conocimiento de los datos históricos que se tiene en esta área.



Grafica 4 Julio 2019 datos actuales por operador

### 1.2 Crear un equipo

Las personas que conformarán el proyecto de SMED será su servidora y como apoyo estará el asesor interno y los operadores que realizan las operaciones participando para llegar al objetivo de este proyecto, *(ver figura 3 equipo SMED)*.



*Figura 3 equipo SMED*

## 2. ANALIZAR LA ACTIVIDAD SOBRE LA QUE SE VA A CENTRAR EL TALLER SMED.

Se utiliza la herramienta de calidad del diagrama de Ishikawa y se hace un análisis para el área de Cold Forging.

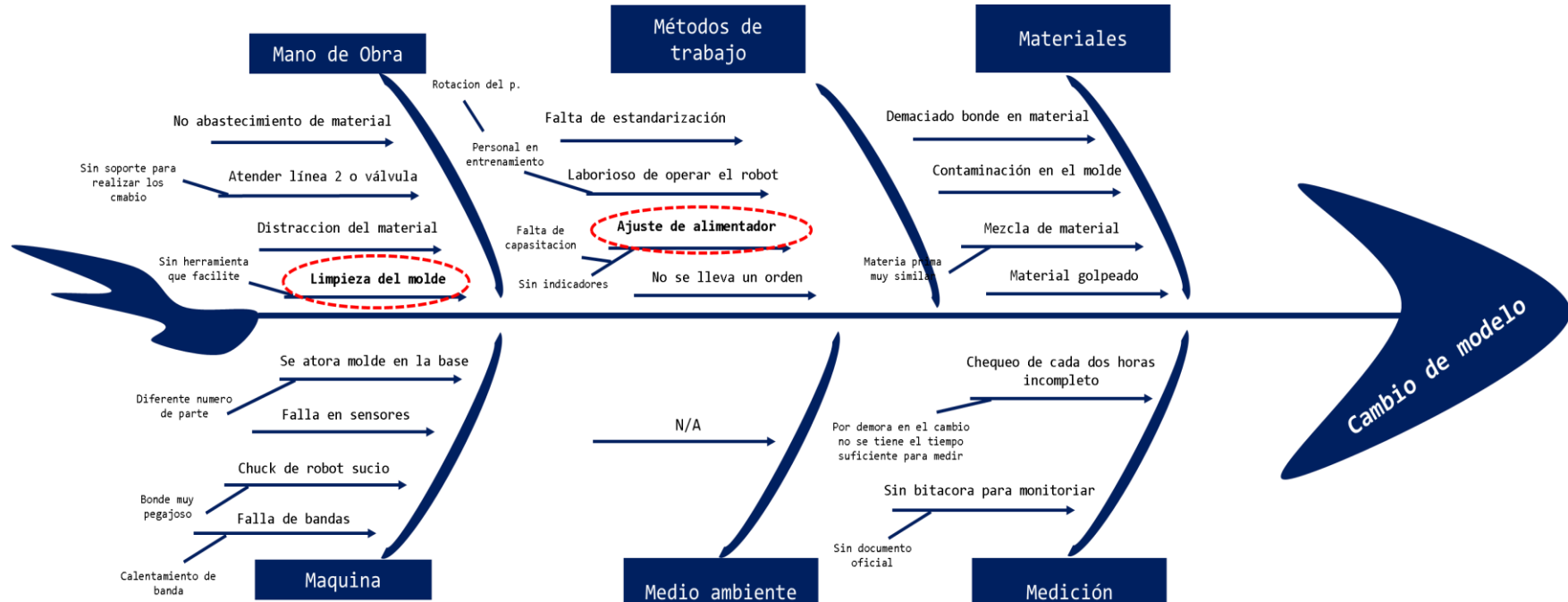
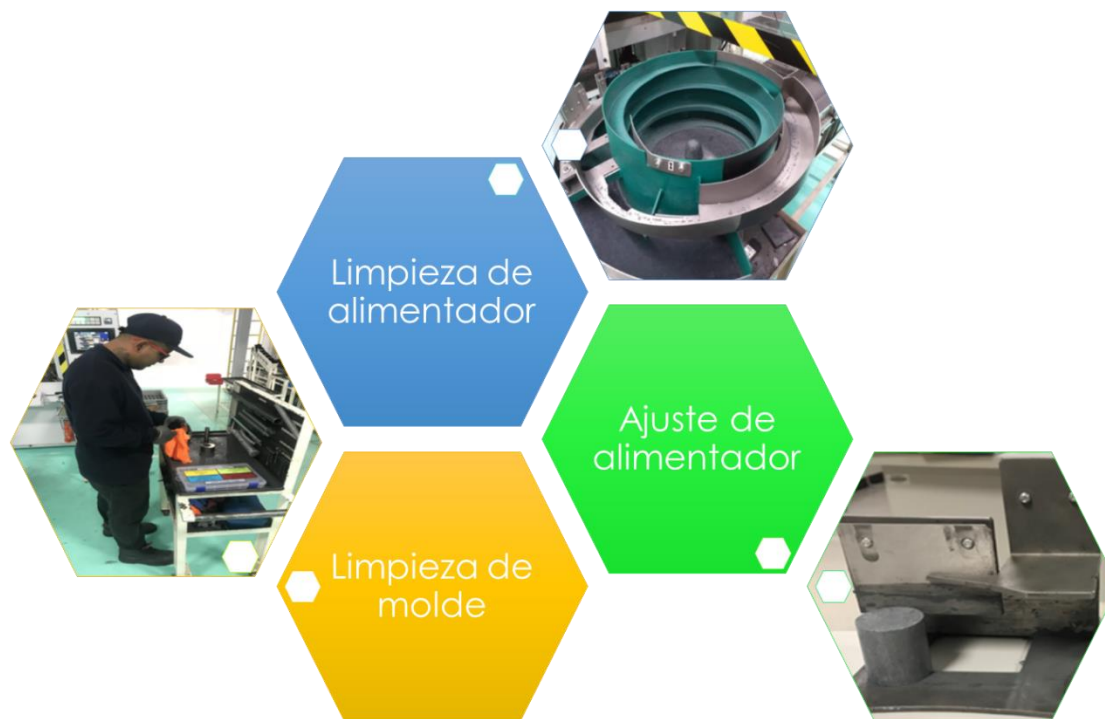


Diagrama 2 Ishikawa

Mediante el diagrama de Ishikawa se llega a la conclusión que se atacarán 3 actividades realizadas durante el cambio de modelo, limpieza de molde, ajuste de alimentador y limpieza de alimentador de igual manera se tomarán en cuenta los puntos resaltados en el diagrama.

Los puntos que se resaltaron en el diagrama son las siguientes actividades *(ver figura 4 actividades)*.



*Figura 4 actividades*

### **3) SEPARAR LO INTERNO DE LO EXTERNO, ORGANIZAR ACTIVIDADES EXTERNAS Y CONVERTIR LO INTERNO EN EXTERNO.**

Con base al diagrama de Ishikawa se realiza una lista de las siguientes actividades que se atacarán para realizar la mejora.

#### Limpeza de molde

- No hay herramientas que faciliten la introducción para facilitar la limpieza
- Trapos no adecuados
- Estandarización no adecuada
- Sin entrenamiento para el personal nuevo
- Bonde muy pegado en el molde (residuo del aluminio)
- Molde caliente (tiene que estar a esta temperatura para que sea más fácil removerlo)
- Molde frio (no se puede dejar que pase tanto tiempo ya que el Bonde que es el residuo de aluminio que queda se enfríe solo lograra pegarse más al molde).

#### Ajuste de alimentador

- No hay medidas para los modelos (el ajuste se complica ya que varían las materias primas de tamaño y se ajusta diferente)
- Parámetros del sensor
- Sin entrenamiento
- Herramientas en mal estado
- Material golpeado
- Distracción del operador
- Mal ajuste de altura

#### Limpeza de alimentador

- Se realiza en cada cambio de modelo
- No se tiene herramienta para facilitar la limpieza
- No estandarizado no está incluido en la HOE los pasos de como limpiar el alimentador ni los horarios.

#### 4) ORGANIZAR LAS ACTIVIDADES EXTERNAS

Después de ser mencionadas las actividades que se tienen en el cambio de modelo con cada una de las problemáticas se realiza una tabla donde las actividades se separan y se organizan de manera analítica identificando si la actividad es interna o externa. *(Ver tabla 4 actividades separando interno y externo).*

Limpieza de molde		Ajuste de alimentador		Limpieza de alimentador	
Interno	Externo	Interno	Externo	Interno	Externo
Estandarización no adecuada	No hay herramientas que faciliten la limpieza	No hay medidas para los modelos	Material golpeado	Se realiza en cada cambio de modelo	No se tiene herramienta para facilitar la limpieza
Quitar y limpiar la parte de abajo del molde (molde anterior)	Trapos no adecuados	Parámetros del sensor	Distracción del operador	Sus horarios de limpieza no son los adecuados	No estandarizado
Bonde muy pegado en el molde	Sin entrenamiento para el personal nuevo	Sin entrenamiento	Mal ajuste de altura	Bonde muy pegado en el alimentador	

Montar la parte de abajo (molde siguiente)	Molde caliente	Herramientas en mal estado			
Quitar y limpiar parte de arriba del molde (modelo anterior)	Molde frio				
No hay líquido para realizar más fácil la limpieza					

*Tabla 4 actividades separando interno y externo*

## 5) CONVERTIR LO INTERNO EN EXTERNO

Las actividades internas de la limpieza del cambio de modelo se modifican y se cambian a externas. Cada una de las actividades que se convirtieron en externas el equipo debe definir el PLAN DE ACCIÓN a seguir para lograr esa conversión. A continuación, *(ver la tabla 5 plan de acción)*.

Tabla 5 Plan de Accion

Actividad	Descripción	Responsable	Tiempo en el que se realizara la acción y aplicación
Limpieza de molde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizará una herramienta que facilite la limpieza del molde</li> <li>• Aplicación de la herramienta</li> <li>• Toma de tiempos para ver los resultados obtenidos en el primer mes</li> <li>• Actualizaciones si se requieren de la herramienta</li> <li>• Toma de tiempos</li> <li>• Resultados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento</li> <li>• Operador de la línea</li> <li>• Arianna</li> <li>• Arianna</li> <li>• Arianna</li> <li>• Operador de línea, Arianna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primera semana de agosto</li> <li>• Agosto</li> <li>• Primera semana de septiembre</li> <li>• Primera semana de septiembre</li> <li>• Primera semana de septiembre</li> <li>• Primera semana de octubre</li> </ul>



<p>Ajuste de alimentador</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear los JIGS de altura e identificarlos por colores</li> <li>• Aplicación de los JIGS para ajustar el alimentador</li> <li>• Realización de actualización si se requiere</li> <li>• Medición de tiempos</li> <li>• Resultados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento, marcar por color Arianna</li> <li>• Operador de la línea</li> <li>• Arianna</li> <li>• Arianna</li> <li>• Arianna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primera semana de agosto</li> <li>• Agosto</li> <li>• Primera semana de septiembre</li> <li>• Primera semana de octubre</li> <li>• Primera semana de octubre</li> </ul>
<p>Limpieza de alimentador</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asignar horarios establecidos para realizar la limpieza y no afecte producción</li> <li>• Toma de tiempo sin la limpieza de alimentador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arianna</li> <li>• Arianna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primera semana de agosto</li> <li>• Primera semana de octubre</li> </ul>

Después de la asignación de actividades se termina con realizar una comparación de los resultados para así poder entregarlos y finalizar el proyecto.

En caso de alguna modificación del plan de acción se anexará al final del documento.

## 6) REDUCIR LOS TIEMPOS DE ACTIVIDADES INTERNAS.

### Limpieza de molde

Enfocando en la problemática ya mencionada para dar solución a este problema se realizó una herramienta con el propósito de limpiar más rápidamente las partes del molde ya que es donde se tiene el mayor tiempo.

El molde durante la limpieza está a una temperatura caliente si se dejara que llegara a la temperatura ambiental el Bonde sería aún más difícil de quitar y generaría más problemas si no se retira después del desmonte en una temperatura caliente. De igual manera cada vez que se cambia un modelo al instante de que es limpiado se debe guardar en su respectiva caja. *(ver figura 5 actualizaciones de la limpieza de molde).*



*Figura 5 actualizaciones de la limpieza de molde*

### Ajuste de alimentador

El ajuste de alimentador se requiere ajustar cada y que se cambia de modelo ya que la materia prima es de diferentes tamaños y así el robot pueda tomar la pieza para realizar el proceso, el operador lo hace de manera manual y sin guías definidas como soporte para que sea más rápido.

Primeramente, se mide lo que es cada materia prima de los números de modelo actuales para tener las medidas exactas y saber las alturas que se requieren en los cambios de modelo (*ver Tabla 6 asignación de color para los modelos*).

Se realiza la asignación de un color para la identificación del número de parte y sea más sencillo el ajuste (*ver ilustración 8 Jigs*), esto como objetivo para que el operador no genere más tiempo en la busca de cada uno de los Jigs.

*Tabla 6 asignación de color para los modelos*

Asignación de color para los modelos			
Modelo	Altura	Ancho	Jig
Pistón M.C (Primarios)			Color
278	40.93mm	25.66mm	
788	31.7mm	22.45mm	
600	36.1mm	22.44mm	
336	29.35mm	25.65mm	
841	27.36mm	25.65mm	
Pistón M.C (Secundario)			Color
937	19.98mm	25.65mm	
690	21.14mm	22.4mm	
474	21.75mm	24.8mm	
932	22.2mm	22.2mm	
940	23.52mm	25.64mm	

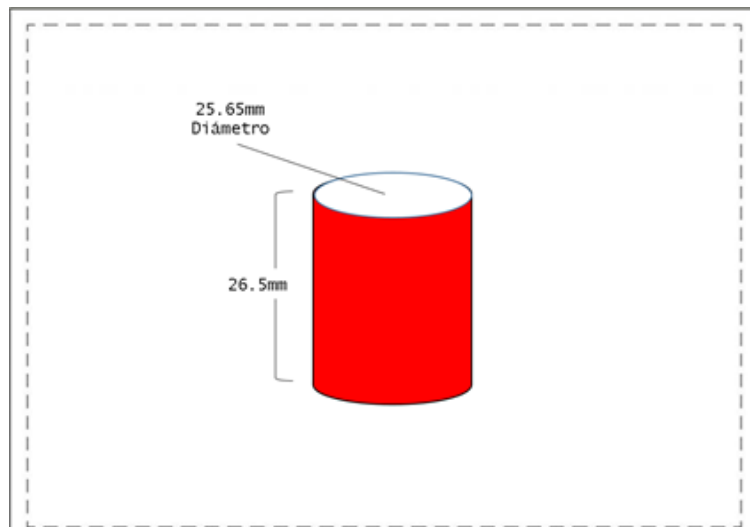
JIG	ALTURA
ROJO	26.5mm
AZUL	22.1mm
VERDE	22.45mm
AMARILLO	24mm

*Ilustración 8 Jigs*

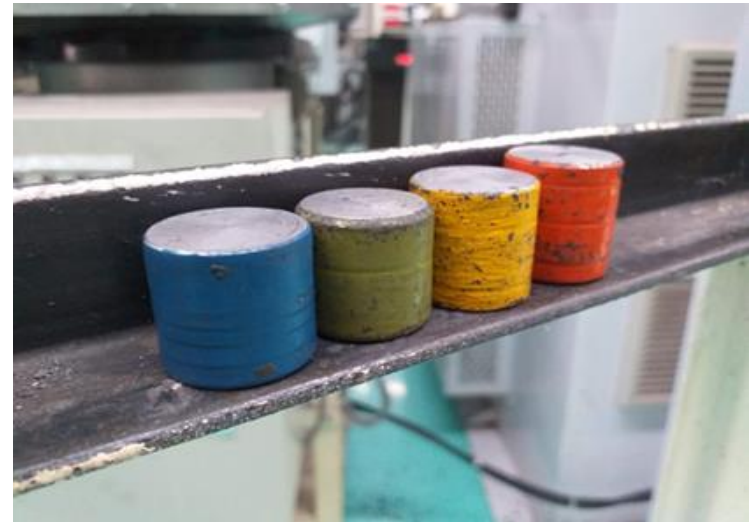
Se realizan JIGS de altura para que mejore el ajuste sea más preciso y rápido. se realiza un boceto de la forma de los Jigs (*ver ilustración 9 Boceto*).

Los Jigs contarán con alturas adecuadas para satisfacer la necesidad de cada una de las materias primas de los diferentes modelos que se producen en KUROTA México C.A de C.V.

Conforme las medidas de la materia prima se realizaron cuatro Jigs para satisfacer cada uno de los diferentes modelos se realizan de material de aluminio y con una forma cilíndrica. (*Ver ilustracion 10 Jigs terminados*).



*Ilustración 9 Boceto*

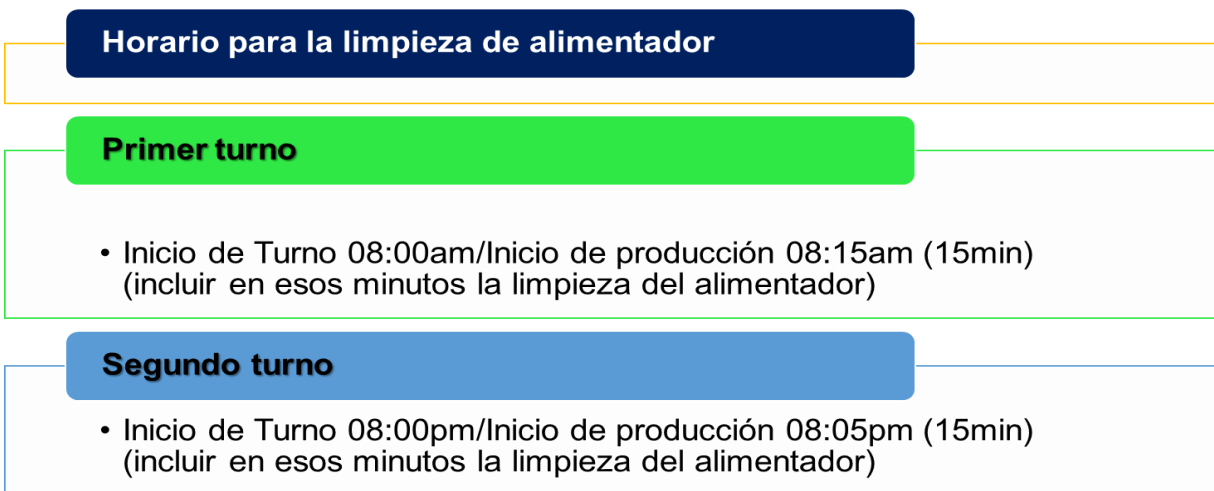


*Ilustración 10 Jigs terminados*

## Limpieza de alimentador

El alimentador se limpia en cada cambio de modelo según el procedimiento de la hoja de operación estándar, el tiempo que se pierde en limpiar el alimentador de piezas en cada cambio de modelo se analizó y se detecta que no es tan necesario limpiarlo después de cada que se realiza un cambio de modelo si no que se establecerán horarios que no sean perjudicantes en el tiempo planeado para producir.

Estandarizar la limpieza del alimentador para que se limpie dos veces por día (*ver figura 6 Horarios para limpieza de alimentador*) y así evitar la pérdida de tiempo dentro del cambio de modelo y en horarios de producción, con esto se elimina ese tiempo beneficiándolo ya que es una actividad externa, se logra estandarizar el tiempo en el que se realizara la limpieza.



*Figura 6 Horarios de la limpieza de alimentador*

Además, se utilizará un tubo de PVC para el alimentador del robot, y sea más fácil retirar el sobrante del aluminio que es el del Bode removiéndolo mejormente *(ver figura 7 alimentador, tubo PVC y limpieza)*.



*Figura 7 alimentador, tubo PVC y limpieza*

## 7) REALIZAR EL SEGUIMIENTO

7.1 Realizar el seguimiento para ver si el nuevo estándar definido sufre desviaciones y en caso de que así sea, poder tomar acciones correctoras.

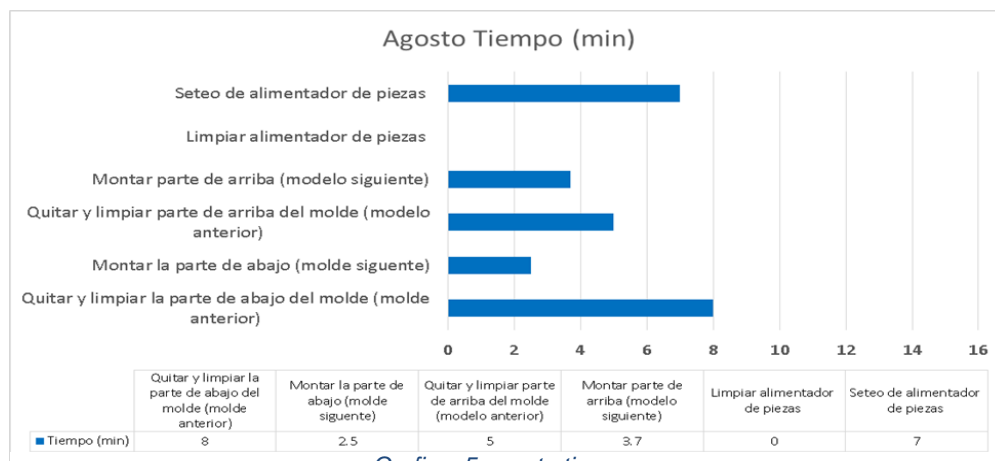
*Efectividad obtenida en agosto mes de prueba*

En un mes se logró reducir el tiempo de los pasos a seguir de la hoja de operación estándar HOE realizando el seguimiento del cambio de modelo se detecta que aún se puede corregir a los operadores ya que entre más práctica tengan más rápido será el cambio de modelo mediante ajuste de alimentador. Las herramientas generadas para la limpieza no se detecta ninguna inconformidad.

Se realiza la toma de tiempos con respecto a los pasos a seguir (*ver tabla 7 descripción de pasos a seguir*). De igual manera se incluye una gráfica comparando cada uno de los tiempos (*ver grafica 5 agosto tiempos*).

*Tabla 7 descripción de pasos a seguir*

Pasos	Descripción de los pasos a seguir	Tiempo (min)
1	Quitar y limpiar la parte de abajo del molde (molde anterior)	8
2	Montar la parte de abajo (molde siguiente)	2.5
3	Quitar y limpiar parte de arriba del molde (modelo anterior)	5
4	Montar parte de arriba (modelo siguiente)	3.7
5	Limpiar alimentador de piezas	0
6	Ajuste de alimentador de piezas	7



*Grafica 5 agosto tiempos*

## OEE mes de agosto 2019

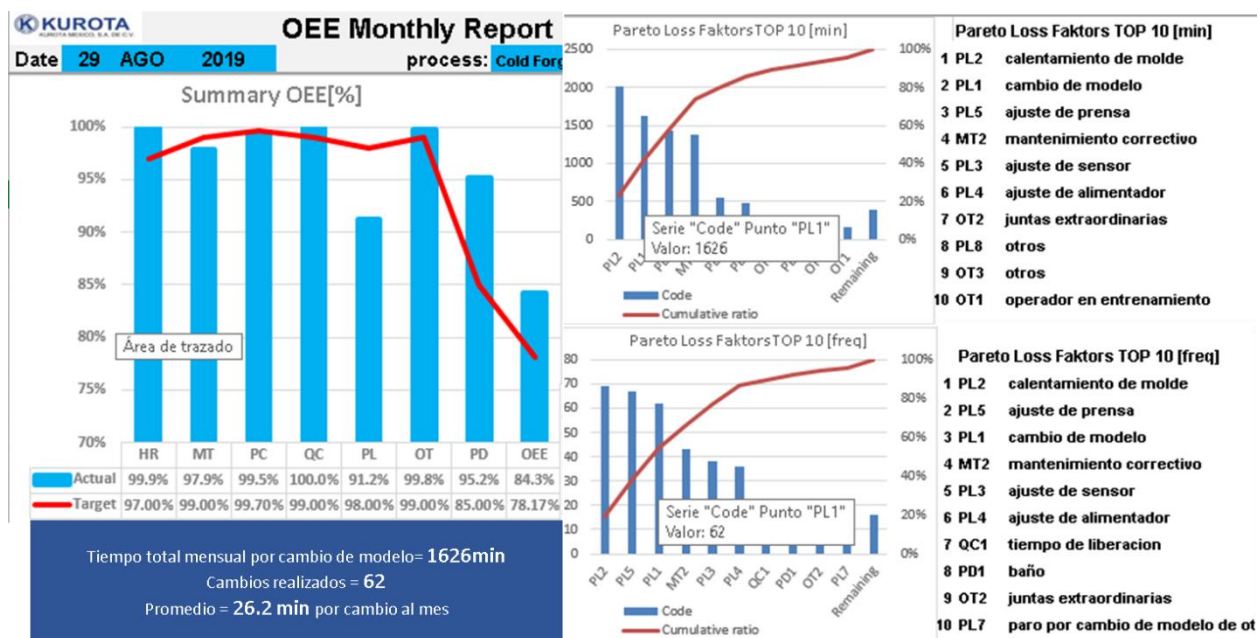
Los resultados de mes de prueba en cuanto al OEE son buenos se logró incrementar la productividad de esa área ([ver grafica 6 reporte mensual agosto 2019](#)). Los datos son los siguientes:

Tiempo total mensual por cambio de modelo= **1626min.**

Cambios realizados = **62**

Promedio = **26.2min** por cambio al mes.

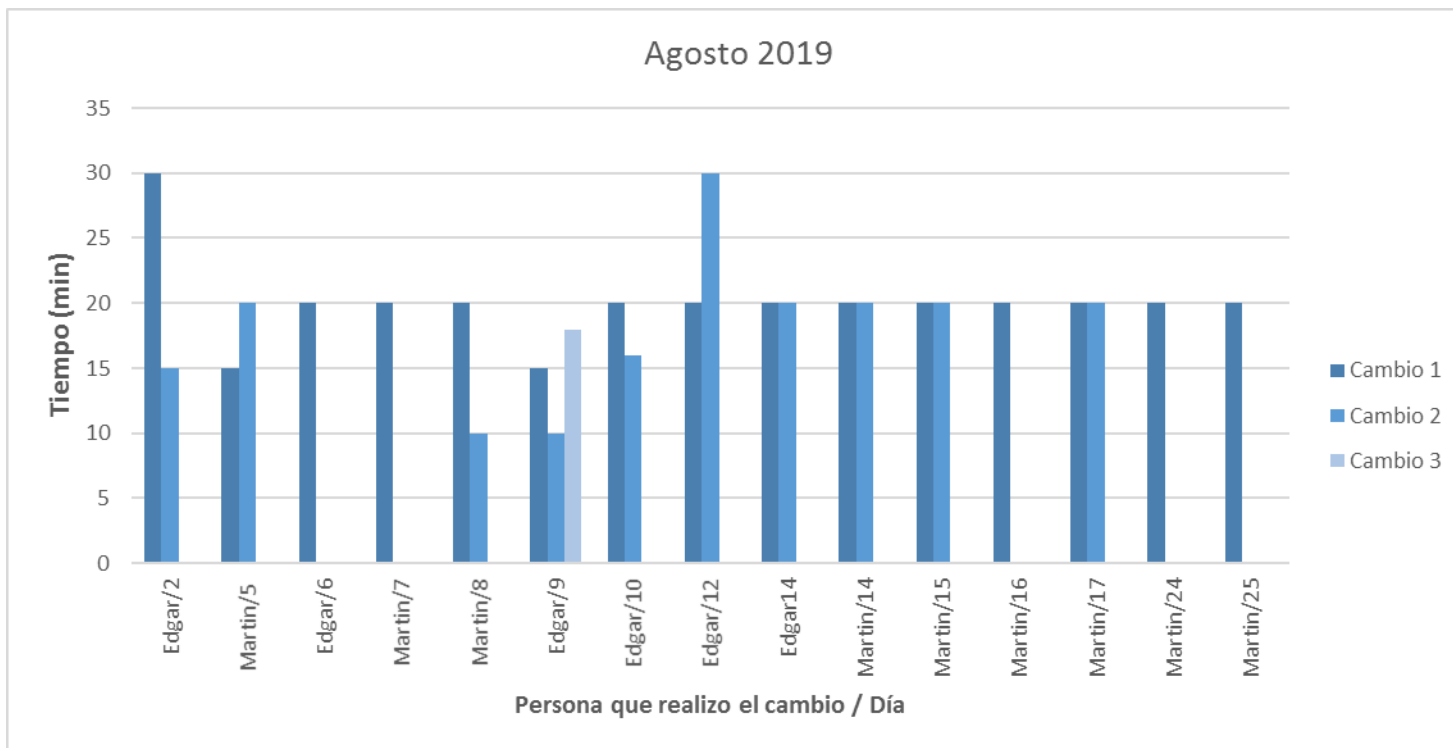
Teniendo un impacto de 84.3 %



Grafica 6 reporte mensual del OEE agosto 2019



mediante las actividades se realiza una gráfica para monitorear a cada operador y el tiempo que se tarda en realizar los cambios de modelo (ver grafica 7 agosto 2019 por operador).



Grafica 7 Agosto 2019 por operador

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 8 cronograma de actividades.

Actividades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Análisis, conocer condiciones actuales de la causa por demora del cambiar de modelo, realizar la problemática y justificación en el documento.					
Crear un equipo SMED para poder aplicar la metodología, siguiendo cada uno de sus pasos, para la optimización del cambio de modelo mediante pruebas.					
Objetivos, reducción del tiempo del cambio de modelo incrementación de productividad, Medición de los nuevos tiempos en la línea de producción adecuación de la optimización.					
Confirmación de efectividad realzar tablas y graficas comparando resultados.					
Redacción de informes sobre la optimización para entregar a la gerencia resultados.					

# ***CAPÍTULO 5***

## ***RESULTADOS***

## 12. RESULTADOS

Los resultados obtenidos son muy favorecedoras, los objetivos se cumplieron (*ver figura 9 objetivos*), en cuanto al proyecto primeramente se detectó que es muy importante la mejora continua ya que siempre se estará generando un buen resultado si se aplica en cuanto a la herramienta de limpieza de molde, no se detectó ningún problema se le dio seguimiento y resulto ser una herramienta eficaz ayudando como tal a la facilitación de la limpieza (*ver figura 8 herramientas utilizadas*).

### Objetivos



Figura 9 objetivos



Figura 8 Herramientas utilizadas

## Mejora de tiempo de cambio de modelo

Los resultados de forma general fueron muy favorecedores lo implementando fue de gran ayuda para la facilitación del método de cambio de modelo, la metodología aplicada fue de gran ayuda ya que con ella se descartó una de las actividades que generaba más tiempo que era la limpieza del alimentador, la capacitación del uso de las herramientas realizadas se fue mejorando mediante la práctica, se logra mantener en tiempos esperados con la capacitación del personal y la experiencia es muy beneficioso para los operadores contar con herramientas que les facilita la manera en ajustar generando más producción e incrementando nuestro objetivo del OEE (*ver grafica 8 Reporte mensual del mes de septiembre 2019*).

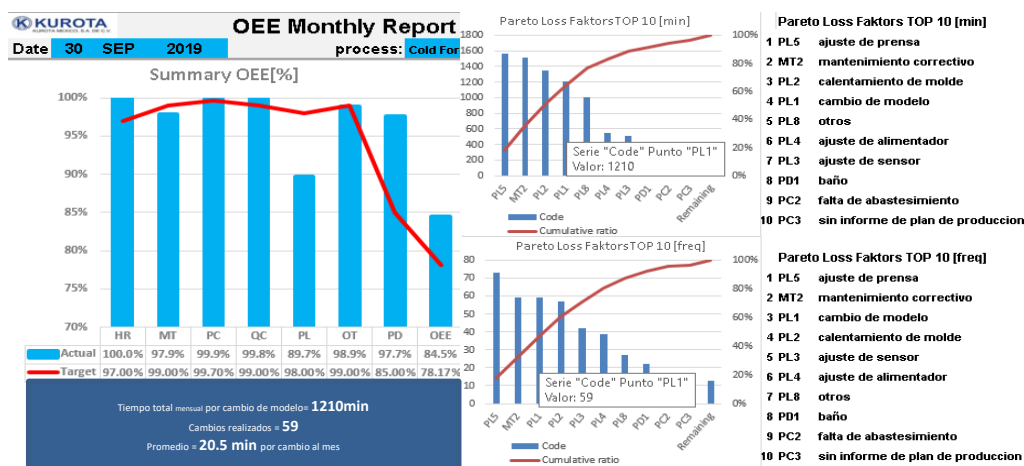
### Impacto en nuestro indicador del OEE

Tiempo total mensual por cambio de modelo= **1210min.**

Cambios realizados = **59**

Promedio = **20.5 min** por cambio al mes.

Con estos resultados de tiempos en cambios de modelo llegamos a un total de 84.5% de productividad en el OEE cumpliendo con un buen porcentaje.



Grafica 8 resultados OEE

Comparativa de resultados

Tiempo de cambio de modelo (ver figuras 7 antes,8 después). Comparativa (ver grafica 9 tiempo de cambio de modelo).



Tiempo total mensual por cambio de modelo= 1398min.

Cambios realizados = 28

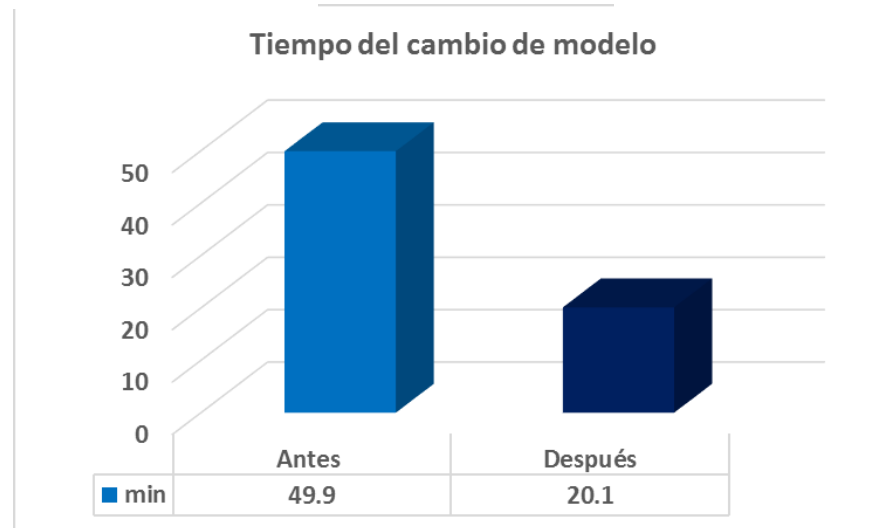


Tiempo total mensual por cambio de modelo= 1210min.

Cambios realizados = 59

Figura 7 antes

Figura 8 después



Grafica 9 Tiempo del cambio de modelo

Tiempo de cambio de modelo

Medición de tiempo por actividad comparación (*ver tabla 9 medición de tiempos antes, 10 medición de tiempos después*).

Toma de tiempos mes de septiembre

### Antes

*Tabla 9 medición de tiempos antes*

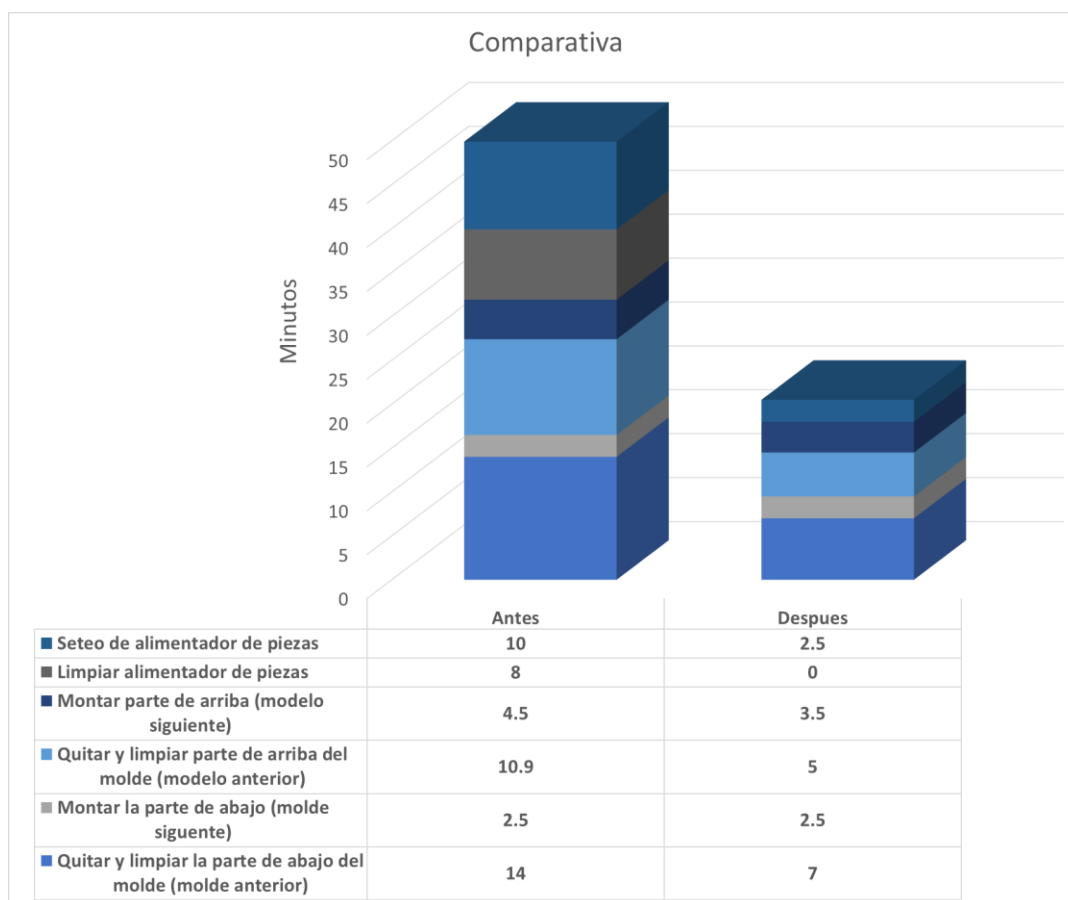
Pasos	Descripción de los pasos a seguir	Tiempo (min)
1	Quitar y limpiar la parte de abajo del molde (molde anterior)	14
2	Montar la parte de abajo (molde siguiente)	2.5
3	Quitar y limpiar parte de arriba del molde (modelo anterior)	10.9
4	Montar parte de arriba (modelo siguiente)	4.5
5	Limpiar alimentador de piezas	8
6	Ajuste de alimentador de piezas	10

### Después

*Tabla 10 medición de tiempos después*

Pasos	Descripción de los pasos a seguir	Tiempo (min)
1	Quitar y limpiar la parte de abajo del molde (molde anterior)	7
2	Montar la parte de abajo (molde siguiente)	2.5
3	Quitar y limpiar parte de arriba del molde (modelo anterior)	5
4	Montar parte de arriba (modelo siguiente)	3.5
5	Limpiar alimentador de piezas	0
6	Ajuste de alimentador de piezas	2.5

Se pudo reducir el tiempo los tiempos específicos (*ver grafica 10 comparativa por pasos*), los tiempos que se tienen anterior mente son de 49.9min y los de ahora son de 20.1min.



*Grafica 10 comparativa por pasos*



Los nuevos horarios estandarizados para la realización de la limpieza del alimentador para que no se genere ninguna pérdida de tiempo y la limpieza se realice durante los tiempos que no son designados para producción. (Ver figura 10 horarios).

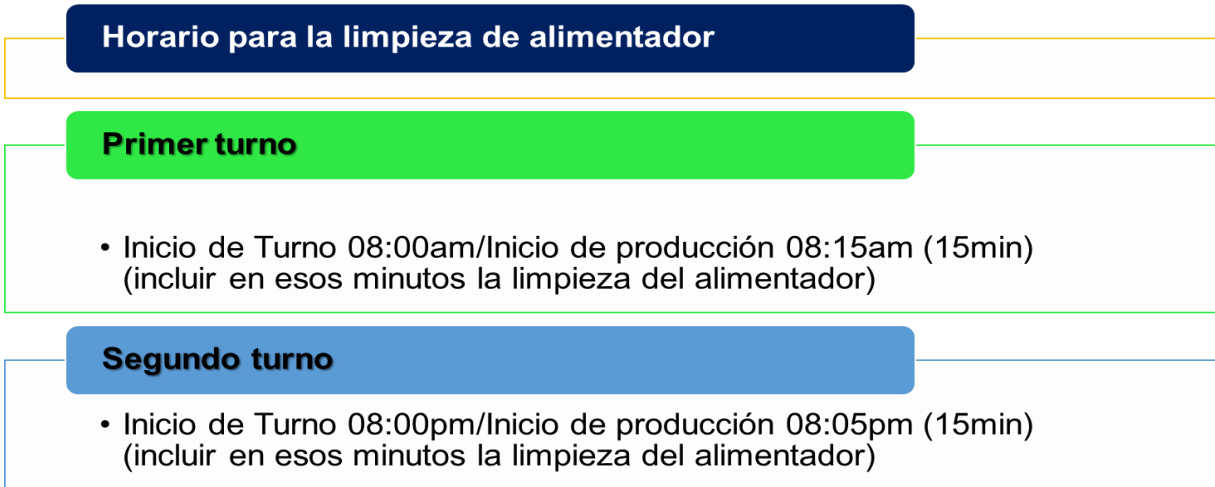
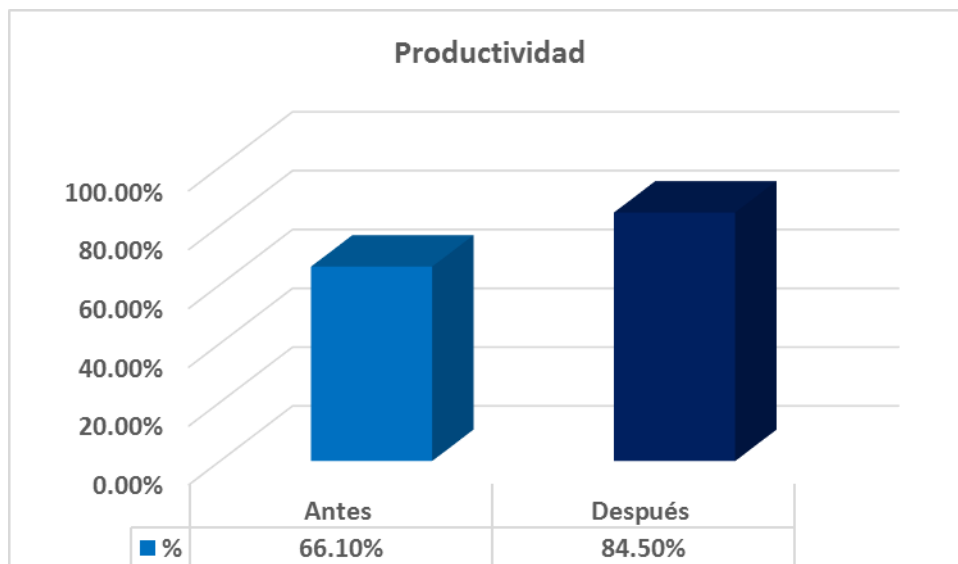


Figura 10 Horarios

### Mejora de productividad en base al OEE

Se acercó mucho al objetivo que era el 85% aun así los resultados que se tiene son muy beneficiosos para la empresa ya que cada vez está más cercas el objetivo en cuanto al cumplimiento del OEE (ver Grafica 11 incremento de productividad).



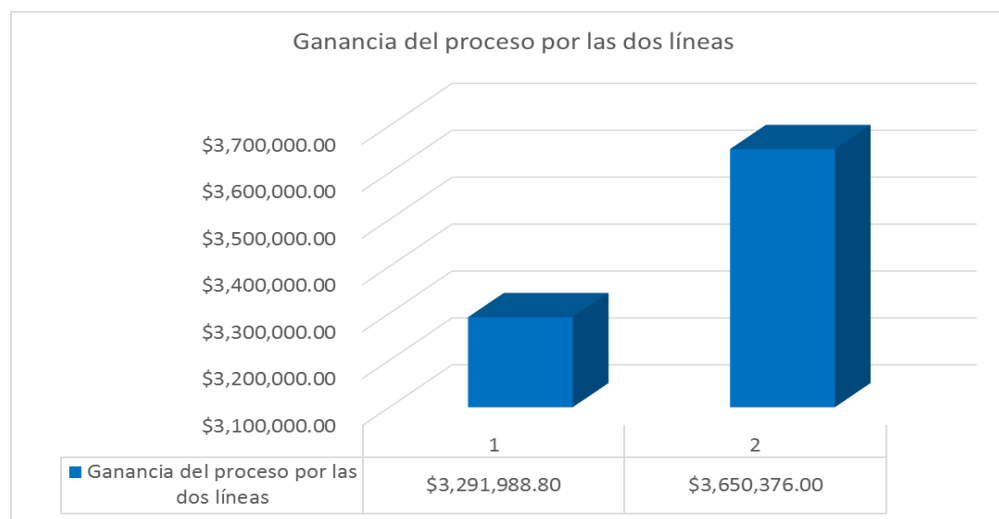
Grafica 11 productividad

## Mejora del impacto económico

Tabla 11 impacto económico

	Ganancia anterior	Ganancia actual
<b>Impacto Económico Actual</b>		
Tiempo trabajado por turno	540.2	599
Equivalente en piezas	4052	4493
Ganancia del proceso por turno	\$ 4,034.30	\$ 4,473.50
Ganancia del proceso por día	\$ 8,068.60	\$ 8,947.00
Ganancia del proceso por mes	\$ 137,166.20	\$ 152,099.00
Ganancia del proceso por año	\$ 1,645,994.40	\$ 1,825,188.00
Ganancia del proceso por las dos líneas	\$ 3,291,988.80	\$ 3,650,376.00

En cuanto al impacto económico se logró un buen resultado favorecedor económica mente, (*ver grafica 12 comparar ganancia anterior, ganancia actual*)-



Grafica 12 ganancia anterior, ganancia actual

# ***CAPÍTULO 6***

## ***CONCLUSIONES***

### **13. CONCLUSIONES DEL PROYECTO**

En este proyecto se lograron resultados favorables, durante la realización se tomaron tres actividades, limpieza de molde, ajuste de alimentador y limpieza de alimentador que son las mencionadas en Ishikawa para mejorar de esta manera llegar a los objetivos planteados desde un principio, la metodología SMED tiene como beneficio lograr la reducción de tiempos en actividades de cambio y se van mejorando constantemente.

Uno de los puntos importantes es llevar una continuidad a las mejoras, seguir viendo cómo es que reaccionan mediante registros constantes y estar en observación.

El ajuste de alimentador no tenía una herramienta como tal establecida para que fuera más fácil la realización del ajuste, se crea un JIG de altura con la misma forma de la materia prima que fue una excelente idea ya que es la medida que se tiene que tener para que sea el ajuste correcto, pero después se implementó la idea de hacerlo de manera rectangular siendo una opción futura que se podría realizar tomándola en cuenta y dándole una continuidad a seguir mejorando los resultados.

Durante el proyecto se generaron cambios de modelo muy estandarizados manteniéndose alrededor de 20min por cambio resultados que son muy favorables por que se logró estandarizar el método y llegar a la mitad de lo antes obtenido.

Estableciendo la metodología SMED ya no se ven afectados los siguientes procesos por falta de material, el objetivo obtenido en cuanto a la productividad del OEE genero mejores ganancias como beneficio para la empresa.

# ***CAPÍTULO 7***

***COMPETENCIAS  
DESARROLLADAS***

#### **14. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS.**

1. Apliqué la metodología SMED para la reducción de tiempo de cambio de modelo.
2. Diseñé herramientas para la facilitación de la limpieza del molde y del ajuste de alimentador los Jigs de altura.
3. Gestione la producción mediante el OEE para checar los datos que se establecían con la mejora.
4. Realice e interprete el diagrama de isikhaua para conocer más a fondo el problema.
5. Capacite al personal para identificar las nuevas herramientas y poderlas aplicar sin ningún problema.
6. implemente la mejora en la hoja de operación estándar para que se estandarice el método nuevo.
7. Estandarice los nuevos horarios para a limpieza del alimentador.
8. Logre reducir la ineficiencia incrementando la productividad en el área de Cold Forging
9. Interprete la información financiera para detectar la pérdida y la ganancia con los tiempos del cambio de modelo.
10. Dirige equipos de trabajo para la mejora continua y el crecimiento integral de las organizaciones.

# ***CAPÍTULO 8***

## ***FUENTES DE INFORMACIÓN***

## 15. FUENTES DE INFORMACIÓN

### Referencias de internet:

[1] Progressa Lean. (2019, 10 junio). ¿QUÉ ES SMED? Recuperado de <https://www.progressalean.com/que-es-smed/>

[2] Javier Tournon, J. T. (2019, 5 abril). OEE (Overall Equipment Effectiveness) . Definición, origen, historia, usos, ventajas... Recuperado 26 noviembre, 2019, de <https://www.sistemasoe.com/definicion-oe/>

[3] Sakudarte, S. (2019, 13 septiembre). ¿Qué es el OEE? Recuperado 26 noviembre, 2019, de [https://leansisproductividad.com/que-es-el-oe](https://leansisproductividad.com/que-es-el-oe/)

[4] SPC Consulting Group. (2016, 10 junio). Los Desperdicios de Lean Manufacturing | SPC Consulting Group. Recuperado 26 noviembre, 2019, de <https://spcgroup.com.mx/7-mudas/>

[5] Kurota Seiki Seisakusho Co., Ltd.. (s.f.). Kurota Seiki Seisakusho Co., Ltd.. Recuperado 26 noviembre, 2019, de <http://www.kurota.com/e/>



# ***CAPÍTULO 9***

## ***ANEXOS***

## 17. ANEXOS

### Carta de autorización

#### Hoja de autorización para hacer uso de las ilustraciones siendo confidenciales

Hoja de autorización para hacer uso de las ilustraciones siendo confidenciales



No. De ilustración	Descripción de la ilustración	Ilustración	Firma
1	Ilustración 1 Productos		
2	Ilustración 2 Ubicación		
3	Ilustración 3 Función de cilindro master en el sistema de frenos		
4	Ilustración 4 Pistón Master		
5	Ilustración 5 materia prima		
6	Ilustración 6 Producto Procesado		
7	Ilustración 7 Pasos HOE		
8	Ilustración 8 Boceto		
9	Ilustración 9 Jigs terminados		

Nota: Todas las imágenes mostradas en este documento son confidenciales y se autoriza el uso de ellas exclusivamente para fin de la presentación de este proyecto.

Atentamente:

Ing. Miguel Ángel Castillo Martínez

Cambios realizados en el mes de agosto registró realizado por los operadores. Se anexan (Bitácora de cambio de modelo).

KUROTA KUROTA MEXICO S.A. DE C.V.		PROCESO: COLD FORGING		BITÁCORA DE CAMBIO DE MODELO							Mes: Agosto Año: 2019	
#	Fecha	Cambio de modelo	Línea	Hora Inicio / Final	Tiempo de Cambio	Hora Inicio / Final (Laboratorio)	Tiempo de Liberación	Nombre de Persona que realiza el ajuste	n° de personas 1 2		Limpieza	condicion de Molde
1	2-Agosto	Del 600 al 336	2	11:30 / 12:00	30 min	1:25 / 1:39	12 min	Mario Valencia	✓		/	OK
2	2-Agosto	Del 800 al 700	1	3:10 / 3:25	15 min	3:43 / 4:32	49 min	Edgar B / Mario V.		✓	/	OK
3	6-Agosto	Del N/A al 278	1	8:05 / 8:25	20 min	9:30 / 9:43	13 min	Mario Valencia	✓		/	OK
4	8-Agosto	Del N/A al 940	1	8:45 / 9:00	15 min	10:30 / 10:34	4 min	Mario Valencia	✓		/	OK
5	9-Agosto	Del 336 al 841	1	9:50 / 10:00	10 min	11:07 / 11:37	30 min	Edgar Belmarcs	✓		/	OK
6	9-Agosto	Del 837 al 600	3	09:07 / 09:25	18 min	11:07 / 11:25	18 min	Edgar Belmarcs	✓		/	OK
7	10-Agosto	Del N/A al 977	2	9:20 / 9:40	20 min	11:35 / 11:46	11 min	Mario Valencia	✓		/	OK
8	10-Agosto	Del 336 al 600	3	10:15 / 10:30	16 min	11:40 / 11:50	10 min	Edgar B / Mario V.		✓	/	OK
9	12-Agosto	Del N/A al 841	1	8:40 / 9:00	20 min	10:45 / 11:06	21	Mario Valencia	✓		/	OK
10	12-Agosto	Del 800 al 700	2	10:50 / 11:20	30 min	11:42 / 12:07	25 min	Mario Valencia	✓		/	OK
11	14-Agosto	Del 937 al 690	1	8:30 / 9:00	20 min	9:50 / 10:20	30 min	Edgar Belmarcs	✓		/	OK
12	14-Agosto	Del 336 al 278	2	8:30 / 9:00	20 min	9:35 / 10:10	35 min	Mario Valencia	✓		/	OK
13		Del al		/		/						
14		Del al		/		/						
15		Del al		/		/						
16		Del al		/		/						
17		Del al		/		/						
18		Del al		/		/						
19		Del al		/		/						
20		Del al		/		/						



PROCESO: COLD FORGING

BITÁCORA DE CAMBIO DE MODELO

Ignacio / carlo Mendez

Mes: septiembre  
Año: 2014

#	Fecha	Cambio de modelo	Línea	Hora Inicio / Final	Tiempo de Cambio	Hora Inicio / Final (Laboratorio)	Tiempo de Liberación	Nombre de Persona que realiza el ajuste	n° de personas		Limpieza	condicion de Molde
									1	2		
1	05/09/14	Del 80600 al 80690	1	10:30 / 11:00	30	10:35 / 10:55	20	Ignacio	/		OK	OK
2	05/09/14	Del 80700 al 711336	2	11:08 / 11:38	30	11:40 / 12:00	20	Ignacio	/		OK	OK
3	06/09/14	Del 940 al 937	2	21:40 / 22:10	30	22:20 / 22:40	20	Ignacio	/		OK	OK
4	09/09/14	Del 841 al 80600	1	20:10 / 20:30	20	20:40 / 21:00	20	Ignacio	/		OK	OK
5	11/09/14	Del 690 al 80700	1	08:30 / 8:50	20	09:10 / 09:40	30	Ignacio	/		OK	OK
6	11/09/14	Del 841 al 80800	2	08:40 / 8:59	20	9:00 / 9:20	20	Ignacio	/		OK	OK
7	18/09/14	Del 336 al 841	3	09:55 / 10:15	20	10:15 / 10:35	20	Ignacio	/		OK	OK
8	18/09/14	Del 80600 al 937	1	10:15 / 10:35	20	11:15 / 11:35	20	Ignacio	/		OK	OK
9	25/09/14	Del 336 al 80700	3	08:50 / 09:10	20	9:40 / 10:00	20	Ignacio	/		OK	OK
10	26/09/14	Del 80690 al 80600	1	09:50 / 10:20	20	11:05 / 11:25	20	Ignacio	/		OK	OK
11	26/09/14	Del 937 al 336	3	06:50 / 07:10	20	7:15 / 7:35	20	Ignacio	/		OK	OK
12	27/09/14	Del 80800 al 336	3	05:50 / 06:10	20	6:15 / 6:30	15	Ignacio	/		OK	OK
13	27/09/14	Del 841 al 80700	1	04:30 / 04:50	20	5:00 / 05:20	20	Ignacio	/		OK	OK
14	30/09/14	Del N/A al 710940	1	20:05 / 20:25	20	21:07 / 21:37	30	Ignacio	/		OK	OK
15	30/09/14	Del N/A al 841	3	20:25 / 20:45	20	21:40 / 22:10	30	Ignacio	/		OK	OK
16	30/09/14	Del 940 al 80600	1	06:50 / 07:10	20	07:15 / 07:35	20	Ignacio	/		OK	OK
17	30/09/14	Del 841 al 336	3	07:20 / 07:40	20	07:50 / 08:10	20	Ignacio	/		OK	OK
18		Del al		/		/						
19		Del al		/		/						
20		Del al		/		/						

Martin — Ignacio E.

KUROTA MEXICO S.A. DE C.V. PROCESO: COLD FORGING BITÁCORA DE CAMBIO DE MODELO											Mes: <i>Agosto</i> Año: <i>2019</i>	
#	Fecha	Cambio de modelo	Línea	Hora Inicio / Final	Tiempo de Cambio	Hora Inicio / Final (Laboratorio)	Tiempo de Liberación	Nombre de Persona que realiza el ajuste	n° de personas		Limpieza	condicion de Molde
									1	2		
1	5-8-19	Del N/A al 336	1	8:30 / 8:45	15	9:10 / 9:20	10	Martin B	✓		✓	✓
2	5-8-19	Del 80600 al 80700	2	9:30 / 9:50	20	10:15 / 10:25	10	Martin B	✓		✓	✓
3	7-8-19	Del N/A al 940	2	9:00 / 9:20	20	10:15 / 10:25	20	Ignacio G.	✓		✓	✓
4	8-8-19	Del 80800 al 278	1	9:20 / 9:40	20	10:00 / 10:15	15	Ignacio E.	✓		✓	✓
5	14/08/19	Del 80690 al 80600	1	21:15 / 21:35	20	21:50 / 22:10	20	Ignacio	✓		✓	✓
6	14/08/19	Del N/A al 80336	2	22:00 / 22:20	20	22:35 / 22:55	20	Ignacio	✓		✓	✓
7	15/08/19	Del 937 al 80800	1	22:00 / 22:20	20	23:15 / 23:35	20	Ignacio	✓		✓	✓
8	15/08/19	Del 811 al 711336	2	22:00 / 22:10	20	23:15 / 23:35	20	Ignacio	✓		✓	✓
9	16/08/19	Del 80690 al 711336	2	21:30 / 21:50	20	22:00 / 22:20	20	Ignacio	✓		✓	✓
10	17/08/19	Del 940 al 937	2	02:50 / 03:10	20	03:15 / 03:35	20	Ignacio	✓		✓	✓
11	17/08/19	Del 80600 al 841	1	11:50 / 12:10	20	Fallo del Robot no se pudo manejar pieza		Ignacio	✓		✓	✓
12	24/08/19	Del 711336 al 80700	3	09:35 / 09:55	20	10:00 / 10:20	20	Ignacio	✓		✓	✓
13	28/08/19	Del N/A al 711336	2	08:30 / 08:50	20	09:05 / 09:20	25	Ignacio	✓		✓	✓
14		Del al		/		/						
15		Del al		/		/						
16		Del al		/		/						
17		Del al		/		/						
18		Del al		/		/						
19		Del al		/		/						
20		Del al		/		/						

#	Fecha	Cambio de modelo	Línea	Hora Inicio / Final	Tiempo de Cambio	Hora Inicio / Final (Laboratorio)	Tiempo de Liberación	Nombre de Persona que realiza el ajuste	n° de personas		Limpieza	condicion de Molde
									1	2		
1	11-Sep-14	Del N/A al 841	2	8:30 / 8:45	15	/		Mario Valencia	/		/	OK
2	11-Sep-14	Del N/A al 336	1	8:30 / 8:45	15	/		Edgar Belmaros	/		/	OK
3	12-Sep-14	Del 800 al 600	1	10:10 / 10:30	20 min	10:50 / 11:00	10 min	Edgar Belmaros	/		/	OK
4		Del al		/		/						
5		Del al		/		/						
6		Del al		/		/						
7		Del al		/		/						
8		Del al		/		/						
9		Del al		/		/						
10		Del al		/		/						
11		Del al		/		/						
12		Del al		/		/						
13		Del al		/		/						
14		Del al		/		/						
15		Del al		/		/						
16		Del al		/		/						
17		Del al		/		/						
18		Del al		/		/						
19		Del al		/		/						
20		Del al		/		/						