



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ingeniería Industrial

**REPORTE FINAL PARA ACREDITAR LA RESIDENCIA  
PROFESIONAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

PRESENTA:

**Emmanuel Martínez Castillo**

CARRERA:  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

***SMED PROCESO DE ESTAMPADO TS***



**MARELLI S.A DE C.V.**

Nombre del asesor externo

Ing. Erasmo Esquivel Rosales.

Nombre del asesor Interno

Ing. Ariann Andrade Alonso.

Diciembre-2023.

## CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

### 1.Agradecimientos.

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios, y a mis padres por la vida que me dieron así como los buenos valores recibidos que me inculcaron desde mi niñez.

Sin ellos no sería la persona que hoy soy, por apoyarme, cuidarme y bendecirme en cada decisión o acción que tomo.

A mi madre Alicia Castillo que ha estado a lo largo de este camino difícil que e recorrido a lo largo de la carrera que con sus palabras y sus muestras de cariño me motivaron a ser una persona de bien y guiarme por el buen camino.

A mis hermanos Adrián y Martín que siempre están cuando los necesito brindándome su apoyo necesario.

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo de la empresa Marelli que me abrió las puertas e hizo sentirme como en casa a lo largo de este trayecto, a los ingenieros Samuel Dórame quien fue quien me eligió para realizar este proyecto tan importante, de igual manera al ingeniero Ariann Andrade que fue mi asesor de la universidad gracias a el y sus conocimientos logre realizar mis estadías.

Al ingeniero Erasmo Esquivel quien fue mi asesor externo a lo largo del proyecto, por sus buenos consejos y que cada vez que necesite de su apoyo me lo proporciono.

A mis compañeros becarios José Muñoz, Erick Torres que si duda alguna serán excelentes ingenieros, también agradecer a mis amigos, maestros y compañeros que me dejo la universidad fueron pieza fundamental para lograr mi estancia en el instituto.

Marelli sin duda alguna es una gran e importante empresa que me ayudo a desarrollar y mejorar en el aspecto personal y laboral de mi carrera, sin duda alguna me quedo con los buenos y grandes momentos a lo largo de este trayecto.

Atte. Emmanuel Martínez Castillo.

## **1. Resumen.**

El presente proyecto se desarrolló en la empresa MARELLI.; donde se desarrolló e implemento SMED Proceso de Estampado TS.

La optimización y estandarización de la mano de obra en los procesos nos mostró, los desperdicios de movimientos, manipulación y mermas, por ende se buscó la mejora en los procesos donde se determinaron tiempos de mudas detectados, como mano de obra, máquina, método, medio ambiente y materia prima.

Los resultados del proyecto fueron: se optimizaron y estandarizaron los procesos mediante herramientas de lean Manufacturing.

## Índice.

### Contenido

|   |    |
|---|----|
| CAPÍTULO 1: PRELIMINARES.....   | II |
| 1.Agradecimientos.....  | II |
| CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO .....  | VI |
| 5.- Introducción .....  | VI |
| 5.1 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente..... | 8  |
| 6. Problemas para resolver, priorizándolos.....   | 9  |
| 7. Justificación.....   | 10 |
| 8. Problemas a resolver, priorizándolos.....  | 11 |
| 9. Objetivos general y específicos.....   | 11 |
| Objetivo General.....   | 11 |
| Objetivos específicos.....  | 12 |
| CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....  | 13 |
| 10. Marco Teórico.....  | 13 |
| CAPÍTULO 4. DESARROLLO.....   | 25 |
| 11. Procedimiento y descripción de actividades.....   | 25 |
| Cronograma de actividades.....  | 25 |
| CAPÍTULO 5: RESULTADOS .....  | 38 |
| 12. Resultados .....  | 38 |
| CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....   | 44 |
| 13. Conclusiones del Proyecto .....   | 44 |
| CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS .....  | 45 |
| 14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.....   | 45 |
| CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN .....  | 46 |
| 15. Fuentes de información .....  | 46 |
| Tabla de imágenes.  |    |
| Imagen 1. Listado de clientes de la empresa Marelli.....  | 9  |
| Imagen 2. Cronograma de actividades.....  | 25 |
| Imagen 3 Tabla de ciclo PDCA y KPIS de la empresa.....  | 26 |
| Imagen 4. Tabla de problemas que afectan al proceso de estampado.....                           | 27 |
| Imagen 5. 7 Grafica de rendimientos de prensas.....   | 28 |
| Imagen 6. Pareto de prensa.....   | 29 |
| Imagen 7. Tabla de selección de kaizen.....   | 30 |

|  |    |
|--|----|
| Imagen 8. Diagrama de Ishikawa .....   | 31 |
| Imagen 9. Tabla de selección de métodos .....                                | 32 |
| Imagen 10. Tabla de las 5´M. ....  | 32 |
| Imagen 11. Tabal de análisis de cambios.....                                 | 33 |
| Imagen 12. Balanceo de actividades internas. ....                            | 34 |
| Imagen 13. Tabla de actividades internas y externas.....                     | 34 |
| Imagen 14. Junta de colaboradores. ....                                      | 35 |
| Imagen 15. Aplicación de los 3's. ....                                       | 36 |
| Imagen 16. Ayudas visuales.....  | 37 |
| Imagen 17. Después de implementar 5´s. ....                                  | 38 |
| Imagen 18. Análisis de 5M. ....  | 39 |
| Imagen 19. Tabla de estandarización de actividades proceso de estampado..... | 40 |
| Imagen 20. Balanceo de actividades internas y externas.....                  | 41 |
| Imagen 21. Retroalimentación de balance de actividades.....                  | 41 |
| Imagen 22. HOE de las actividades. ....                                      | 42 |
| Imagen 23. Gráficos de resultados. ....                                      | 42 |
| Imagen 24. Grafica de reducción de tiempo. ....                              | 43 |
| Imagen 25. Imagen del ahorro anual en la empresa. ....                       | 43 |

## **CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **5.- Introducción**

Las empresas actualmente están dando un giro a la innovación y optando por la mejora continua tanto de su eficiencia como de su eficacia, para esto, se puede observar la competitividad de personas con diferentes conocimientos y destrezas que compiten en la producción de bienes o prestación de servicios, por lo tanto la productividad de la empresa está determinada en gran medida en la forma por la cual diseña su estructura jerárquica, define sus procesos y diseña los diferentes puestos de trabajo para generar una amplia visión y misión en sus trabajadores.

Al realizar la inspección en los procesos realizamos la toma de tiempos en los cambios de modelos, lo que nos permitió determinar los factores que intervienen en el problema a resolver.

Incrementar el OEE en la prensa 300TN en un 20% ya que estaba por debajo del objetivo permitido optimizo las actividades de cambios del modelo que representaban el 40% de paros en el proceso.

El propósito de la implementación de la mejora es mostrar los procesos por los cuales se desarrolla la investigación para generar estándares en los procesos de apoyo mediante el método esmed, toma de tiempos, identificación de desperdicios en el proceso, diagrama de ishikawa y pareto que permitan a la organización identificar los procesos, procedimientos y cargos para administrarlos en la organización para la mejora continua.

Su contenido comprende en varios capítulos entre los que destacan: el objetivo del proyecto, las generalidades de la organización, marco teórico en donde se establece la identificación de los procedimientos mediante información general de cada uno de ellos y su descripción de manera secuencial respecto a las actividades.

Debo hacer inca pie a que este documento deberá actualizarse en la medida que se presenten modificaciones en su contenido, en la normativa establecida, en la estructura orgánica del proceso o en algún otro aspecto que influya en la operatividad de este.

A continuación se describe brevemente los que contiene el proyecto:

- Capítulo 1. En este capítulo se desglosa la portada, los agradecimientos y el índice del proyecto.
- Capítulo 2. Se colocó la introducción del proyecto, se describió la empresa y el puesto del residente, se agregó la misión, visión, objetivo, justificación y objetivos general y específicos del proyecto.
- Capítulo 3. Se integro el marco teórico. Se realizó la investigación de los antecedentes de los inventarios y las herramientas que se tomaron para las actividades que se llevaron a cabo para el desarrollo del proyecto.
- Capítulo 4. Se desarrollaron todas las actividades para el correcto seguimiento del cronograma de actividades presentado.
- Capítulo 5. Se redactaron y se sustentaron los resultados del proyecto.
- Capítulo 6. Se expresaron las conclusiones del proyecto.
- Capítulo 7. Se describieron las competencias que el residente desarrolló.
- Capítulo 8. Se incluyeron las fuentes de información del proyecto.
- Capítulo 9. Se concluyó con todas las evidencias de las actividades realizadas.

### **5.1 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.**

*Marelli es una compañía mundial que se dedica al desarrollo de nuevas tecnologías, sistemas y componentes para la industria automotriz.*

En 2018, Calsonic Kansei y Magneti Marelli anunciaron que unirían sus fuerzas para crear el séptimo mayor proveedor global independiente de componentes de automóviles con base en sus ingresos totales.

Durante sus 80 años de historia, Calsonic Kansei construyó una reputación líder en calidad y excelencia de fabricación (Monozukuri). Desde su sede en Japón, Calsonic Kansei ha ampliado sus operaciones en Asia y Europa hasta convertirse en una empresa líder en el campo de la experiencia interior (módulos de cabina e interiores), sistemas de control de climatización, intercambio de calor y compresores.

En tanto, fundada en la década de 1900, Magneti Marelli se dio a conocer como pionera dentro de la industria del motor por su contribución a la movilidad inteligente y sostenible. Durante sus 100 años de historia, sirvió a los clientes desde su base en Italia, aumentando las operaciones en toda Europa, América del Norte y del Sur, India y China para convertirse en un actor principal en el campo de la iluminación, la electrónica, el tren motriz y el deporte del motor.

Es así como en el 2019 se constituyó oficialmente Marelli. “La unión de estos dos gigantes industriales fue reconocida por reunir una experiencia industrial excepcional y un patrimonio único”, dijo Ricardo Ponce de León.

Actualmente, Marelli Mexicana tiene 3,481 empleados ubicados en sus plantas en Aguascalientes, San Francisco de los Romo (en el estado de Aguascalientes) y CIVAC (Morelos).

Estas locaciones, expuso Ponce de León, fueron seleccionadas por la cercanía con sus clientes y por la calidad de su mano de obra local.

Los principales países a los que exportan son Estados Unidos y Brasil. Entre sus clientes destacan Nissan, Stellantis, BMW, Renault, Daimler, Mazda, Ford, Infiniti y Tesla, entre otros. Además, cuentan con las certificaciones ISO 18001, ISO 14000 e IATF; y se rigen por los valores de innovación, diversidad, colaboración, sostenibilidad y excelencia.

Clientes de la empresa MARELLI, son los siguientes:

| CLIENTE    | DESCRIPCIÓN           |
|------------|-----------------------|
| A1         | NISSAN 1              |
| A1         | NISSAN 2              |
| COMPAS     | COMPAS                |
| CIVAC      | CIVAC                 |
| ILN        | ILN                   |
| MNA        | MARELLI NORTH AMÉRICA |
| NNA        | MISSAN NORTH AMÉRICA  |
| MAZDA      | MAZDA                 |
| RIVIAN     | RIVIAN                |
| SUBARU     | SUBARU                |
| MADA JAPÓN | MADA JAPÓN            |

*Imagen 1. Listado de clientes de la empresa Marelli.*

El puesto es auxiliar de producción, es responsable de determinar los factores para SMED PROCESO DE ESTAMPADO TS en la empresa.

### **6. Problemas para resolver, priorizándolos.**

Se plantea en el proyecto la optimización y estandarización de procesos en la empresa Marelli S.A de C.V. Buscando los siguientes puntos a mejorar:

Identificar los cuellos de botella para eliminarlos del proceso de esta manera corregimos los factores que afectan y atrasan la producción, identificándolos para poder eliminarlos. Estandarizar el proceso reduciendo con ello que cada operador realice las operaciones de manera independiente de acuerdo con su habilidad.

Los errores de calidad repercuten en el producto debido a una falta de estandarización en el

proceso de fabricación. Al reducir el nivel de defectos en producción a causa de los errores de calidad.

Al término del proyecto se darán a conocer las acciones realizadas para la mejora continua de procesos.

El presente proyecto está enfocado en el desarrollo de optimizar y estandarización de líneas de producción y manejo de maquinaria.

En el desarrollo del proyecto de residencia tendré la oportunidad de optimizar, estandarizar tiempos y movimientos para mantener equipos de trabajo multidisciplinarios.

De la misma manera este proyecto me dará la oportunidad de actuar con sentido ético en el entorno laboral y social.

Por último tendré la oportunidad de formular, evaluar y administrar este proyecto desde su inicio hasta su fin, ya que esta norma exige un monitoreo constante.

### **7. Justificación.**

Para la empresa Marelli, es fundamental la entrega de sus productos a sus clientes con calidad en tiempo y forma.

Por dicho motivo la organización busca una mejora continua en sus procesos, actualmente se cumplen con las entregas en tiempo sin embargo se han presentado tiempos extras los cuales afectan en la rentabilidad de los procesos es por ello por lo que se busca la reducción de tiempos en sus actividades y con ello bajar costos de producción.

En las empresas es muy importante el proceso de ordenamiento de los elementos que conforman el sistema productivo en el espacio físico de manera que se cumplan los objetivos de producción de la forma más adecuada y eficiente con respecto a la determinación de tiempos ciclos en un 100%.

Es por ello por lo que se determinaron los tiempos de cambios para eficientar la producción de los procesos.

Desarrolle habilidades para poder desarrollar un análisis PDCA, el cual me permitió

desarrollar la mejora continua en las actividades de cada operador en el proceso.

### **8. Problemas a resolver, priorizándolos.**

Se plantea en el proyecto la optimización y estandarización de procesos en la empresa Marelli S.A de C.V. Buscando los siguientes puntos a mejorar:

Identificar los cuellos de botella para eliminarlos del proceso de esta manera corregimos los factores que afectan y atrasan la producción, identificándolos para poder eliminarlos. Estandarizar el proceso reduciendo con ello que cada operador realice las operaciones de manera independiente de acuerdo con su habilidad.

Los errores de calidad repercuten en el producto debido a una falta de estandarización en el proceso de fabricación. Al reducir el nivel de defectos en producción a causa de los errores de calidad.

Al término del proyecto se darán a conocer las acciones realizadas para la mejora continua de procesos.

El presente proyecto está enfocado en el desarrollo de optimizar y estandarización de líneas de producción y manejo de maquinaria.

En el desarrollo del proyecto de residencia tendré la oportunidad de optimizar, estandarizar tiempos y movimientos para mantener equipos de trabajo multidisciplinarios.

De la misma manera este proyecto me dará la oportunidad de actuar con sentido ético en el entorno laboral y social. Por último tendré la oportunidad de formular, evaluar y administrar este proyecto desde su inicio hasta su fin, ya que esta norma exige un monitoreo constante

### **9. Objetivos general y específicos.**

#### **Objetivo General.**

Elaboración de un estudio de tiempos y movimientos para el desarrollo y la capacitación de

las actividades del personal asegurando el manejo de la máquina.

Eficiendo el proceso dando como resultado la reducción de costos.

**Objetivos específicos.**

- 1.- Analizar las operaciones en el proceso que se llevan a cabo para la elaboración de las actividades de la empresa.
- 2.- Realizar estudios de tiempos y movimientos para determinar cuáles son los movimientos óptimos para cada operación.
- 3.- Identificar las herramientas de trabajo correctas implementando las 5's.
- 6.- Desarrollar diagrama de ishikawa y pareto.
- 7.- Analizar resultados.
- 8.- Elaborar y capacitar sobre la HMP, para un correcto mantenimiento.

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.**

### **10. Marco Teórico.**

A continuación, se muestra una recopilación de investigaciones, antecedentes, teorías y aspectos legales que nos permitirá conocer el sustento teórico y enfoque para poder llevarlo a la práctica dentro de la empresa MARELLI S.A DE C.V.

TÉCNICA SMED. REDUCCIÓN DEL TIEMPO PREPARACIÓN.

El Lean Manufacturing se centra en la eliminación de desperdicios mediante la utilización de diversas herramientas y metodologías, que se desarrollaron fundamentalmente en Japón en la planta de producción de la fábrica de Toyota. El objetivo principal de la filosofía Lean es generar un aumento en los índices de productividad, eficiencia, competitividad y rentabilidad de las empresas. Las técnicas de organización de la producción surgen a principios del siglo XX con los trabajos realizados por F.W. Taylor y Henry Ford, que formalizan y metodifican los conceptos de fabricación en serie que habían empezado a ser aplicados a finales del siglo XIX y que encuentran sus ejemplos más relevantes en la fabricación de fusiles (EEUU) o turbinas de barco (Europa). Taylor estableció las primeras bases de la organización de la producción a partir de la aplicación de método científico a procesos, tiempos, equipos, personas y movimientos. Posteriormente Henry Ford introdujo las primeras cadenas de fabricación de automóviles en donde hizo un uso intensivo de la normalización de los productos, la utilización de máquinas para tareas elementales, la simplificación-secuenciación de tareas y recorridos, la sincronización entre procesos, la especialización del trabajo y la formación especializada (Muñoz, 2022 Pag. 22).

El sistema de producción de Toyota Se produce un cambio, cuando en 1902 Sakichi Toyoda quien más tarde fue fundador, con su hijo Kiichiro, de la Corporación Toyota Motor Company, inventó un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía el hilo e indicaba con una señal visual al operador lo que necesitaba la máquina. Este sistema de “automatización con un toque humano” permitió separar al hombre de la máquina. Con esta simple y efectiva medida

un único operario podía controlar varias máquinas, lo que supuso una mejora de la productividad que dio paso a una preocupación permanente por mejorar los métodos de trabajo. Por sus contribuciones al desarrollo industrial del Japón, Sakichi Toyoda es conocido como el “Rey de los inventores japoneses” (Muñoz, 2022 Pag. 14).

Los pilares del Lean Manufacturing La vía de Toyota (Toyota Way) se sustenta sobre dos pilares o conceptos básicos que la resumen rápidamente:

- Mejora continua (Kaizen).
- Respeto a la gente. La clave del modelo Toyota, y lo que hace del éxito de Toyota algo único, no son sus elementos individuales, lo importante es tener todos esos elementos juntos en un solo sistema. Esto debe ser practicado a diario de manera muy constante y no en sprints. Taiicho Ohno definió la cultura Lean así: Nosotros damos un gran valor a la implementación inmediata y a pasar a la acción. Hay muchas cosas que no entendemos y, por consiguiente, nos preguntamos ¿por qué simplemente no avanzamos y pasamos a la acción y probamos a hacer algo? Te das cuenta de lo poco que sabes, descubres tus propias fallas y puedes corregir simplemente esas fallas; y en un segundo intento, al hacerlo otra vez te das cuenta de otra falla o de otra cosa que no te gusta y puedes volverlo a hacer una vez más. Por eso, solo con una mejora constante, o debería decir, con la mejora basada en la acción, uno puede acceder a un nivel más alto de práctica y de conocimiento (Muñoz, 2022 Pag.18).

Con la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing las empresas han logrado obtener cambios productivos dentro de sus plantas de producción, algunos ejemplos son:

- Reducción en los costos de producción.
- Reducción en los costos de compras.
- Disminución de los inventarios.
- Disminución en el área ocupada por la planta.
- Aumento de la calidad de sus productos.
- Disminución del lead time.
- Aumento de la eficiencia y de la productividad.
- Mermar la rotación del personal.
- Incrementar los índices de motivación del personal.

- Aumentar la utilidad del negocio.

(Carbonell, 2013 Pag.19).

¿Qué es el desperdicio?

El desperdicio, según lo define el expresidente de Toyota, Fujii Cho, “es cualquier cosa que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y obreros (horas de trabajo) absolutamente esenciales para la producción”

Los 7+1 desperdicios del Lean Manufacturing.

- Sobreproducción El desperdicio por sobreproducción es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida por el cliente, producir mucho antes del plazo de entrega o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. La sobreproducción es un desperdicio terrible porque no incita a la mejora, puesto que parece que todo funciona correctamente. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita, representa un consumo inútil de material, se incrementan los transportes internos y se llenan de stock los almacenes. El desperdicio de la sobreproducción es como una llave que abre la puerta a otras clases de desperdicios, la causa de este tipo de desperdicio radica en el exceso de capacidad fabricando productos en exceso. En las empresas de servicio la sobreproducción se manifiesta en proyectos, informes, libros, revistas, catálogos para los que se tiene poco interés en acceder a la utilización de estos recursos. Algunas de las principales características de este desperdicio son: - Gran cantidad de stock -

Equipos sobredimensionados

- Flujos de producción no balanceados o nivelados.
- Tamaño grande de los lotes de fabricación.
- Excesivo material obsoleto.
- Necesidad de espacio extra para almacenaje.
- Pobre aplicación de la automatización.
- Tiempos de cambio y de preparación más largos.
- Procesos poco fiables.
- Programación inestable de la producción.
- Respuesta a las previsiones, no a las demandas. Una de las principales características de la filosofía de producción JIT, es minimizar o eliminar los inventarios de productos en proceso y productos terminados, para lo cual la sobreproducción va en total contravía de esta filosofía.

Para atacar este desperdicio se tienen las siguientes propuestas:

Lean manufacturing modelos y herramientas.

- Flujo pieza a pieza.
- Plena implementación del sistema pull .
- Operaciones simples de cambio de matrices y herramientas, para reducir el tiempo necesario para tales operaciones .
- Reducción de horas de trabajo de los operarios.
- Nivelación de la producción.
- Revolución del concepto del inventario.
- Establecer un programa de estandarización de las operaciones para mantener la sincronía con el proceso de producción.
- Tiempo de espera El desperdicio por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente. Los procesos desbalanceados pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo. Un cliente nunca estará dispuesto a pagar el tiempo perdido durante la fabricación de su producto, así que es preciso estudiar cómo utilizar estos tiempos o bien cómo eliminarlos.

Algunas características de este desperdicio son:

- El operario espera que la máquina termine
- El operario espera que se le suministre material
- La máquina espera a que el operario acabe una tarea pendiente
- Un operario espera a otro operario
- Exceso de colas de material dentro del proceso
- Paradas no planificadas por fallos en la maquinaria o el proceso
- Tiempo para ejecutar otras tareas indirectas
- Tiempo para ejecutar reproceso, mantenimiento o cambio de referencias.

Movimientos innecesarios.

Se considera como un desperdicio a cualquier movimiento ejecutado por un operario que no agregue valor al producto. Los movimientos innecesarios generalmente son ocasionados por el desorden del puesto 27 Lean manufacturing modelos y herramientas de trabajo o por fallos en el diseño de este. Cuando un operario debe buscar material o una herramienta que no encuentra porque hay muchas otras cosas que le estorban se produce un desperdicio de

tiempo y movimientos, incluso cuando los puestos de trabajo no se adecuan a la estatura del operario y este debe. Algunas características de este desperdicio son:

- Materiales innecesarios dentro y alrededor del puesto de trabajo
- Desorden y suciedad - Movimientos por fuera del alcance del cuerpo que generan riesgos para la salud del operario
- Levantamiento y manipulación de cargas excesivas que ocasionan fatiga
- Lugares de trabajo incómodos
- Ambiente laboral inadecuado con mucho calor, frío, ruido, contaminación, baja iluminación etc.
- Falta de herramientas o equipos adecuados para el proceso
- Falta de estándares y métodos de trabajo - Falta de equipos para el manejo de materiales (Muñoz, 2022 Pag. 26,27 y 28).

Shigeo Shingo está considerado como uno de los padres del TPS (Toyota Production System) junto con Taichi Ohno y aunque a Taichi Ohno se le considera el creador de los conceptos y las ideas que sustentan el modelo de producción de Toyota, a Shigeo Shingo se le atribuye la capacidad de hacer factibles los planteamientos de Ohno, convirtiéndolos en técnicas y herramientas concretas. Shingo es conocido por la técnica SMED que desarrollaremos con detalle a continuación, pero también por ser una eminencia en el mundo de la calidad. Sentó las bases del ZQC (Zero Quality Control) que propugna la eliminación de la no -calidad en el origen y relacionado con ello, inventó la utilización de los Poka -yokes, que son mecanismos que hacen imposible la generación de errores en los procesos productivos. "El SMED hace posible responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda y crea las condiciones necesarias para las reducciones de los plazos de fabricación. Ha llegado el tiempo de despedirse de los mitos añejos de la producción anticipada y en grandes lotes. La producción flexible solamente es accesible a través del SMED", Shigeo Shingo. SMED es el acrónimo de las palabras "Single -Minute Exchange of Dies", que significa que los cambios de formato o herramienta necesarios para pasar de un lote al siguiente se pueden llevar a cabo en un tiempo inferior a 10 minutos. En el esquema posterior se muestra gráficamente como la reducción progresiva del tiempo de cambio puede permitir la consecución del reto planteado para las empresas productivas. (Carbonell, 2013 Pag. 5).

La técnica SMED sigue los siguientes pasos:

1. OBSERVAR y comprender el proceso de cambio de lote El proceso de cambio de lote discurre desde última pieza correcta del lote anterior , hasta la primera pieza correcta del lote siguiente. En este primer paso, se realiza la observación detallada del proceso con el fin de comprender cómo se lleva a cabo éste y conocer el tiempo invertido. Son 3 las actividades principales:

- Filmación completa de la operación de preparación. Se presta especial atención a los movimientos de manos, cuerpo y ojos. Cuando el proceso de cambio se lleva a cabo por varias personas, todas ellas deben ser grabadas de forma simultánea.
- Creación de un equipo de trabajo multidisciplinar, en el que deben figurar los protagonistas de la grabación, personal de producción, encargados, personal de mantenimiento, calidad, etc. En esta fase se aclaran dudas y se recopilan ideas.
- Elaboración del documento de trabajo, donde se resumirán de forma sencilla las actividades realizadas y los tiempos que comprenden.

2. IDENTIFICAR y SEPARAR las operaciones internas y externas Se entiende por operaciones internas aquéllas que se deben realizar con la máquina parada. Las operaciones externas son las que pueden realizarse con la máquina en funcionamiento. Inicialmente todas las operaciones se hallan mezcladas y se realizan como si fuesen internas, por eso es tan importante la fase de identificación y separación. Por ejemplo: transportar el molde, que se utilizará en el siguiente lote, hasta la máquina es una operación externa, ya que se puede realizar al margen de que la máquina esté funcionando. Limpiar el tamiz en un molino de pintura debe realizarse con la máquina parada y por eso se considera una operación interna.

3. CONVERTIR las operaciones internas en externas En esta fase las operaciones externas pasan a realizarse fuera del tiempo de cambio, reduciéndose el tiempo invertido en dicho cambio. técnica smed. reducción del tiempo preparación 8 Por ejemplo: si antes de realizar el cambio de lote, hemos acercado el molde hasta la prensa, habremos restado este tiempo del tiempo de cambio. Habremos convertido la operación de interna a externa.

4. REFINAR todos los aspectos de la preparación En este punto se busca la optimización de todas las operaciones, tanto internas como externas, con el objetivo de acortar al máximo los tiempos empleados. Los tiempos de las operaciones externas se reducen mejorando la

localización, identificación y organización de útiles, herramientas y resto de elementos necesarios para el cambio. Para la reducción de los tiempos de las operaciones internas se llevan a cabo operaciones en paralelo, se buscan métodos de sujeción rápidos y se realizan eliminaciones de ajustes.

5. ESTANDARIZAR el nuevo procedimiento La última fase busca mantener en el tiempo la nueva metodología desarrollada. Para ello se genera documentación sobre el nuevo procedimiento de trabajo, que puede incluir documentos escritos, esquemas o nuevas grabaciones de vida (Carbonell, 2013 Pag 8).

“En tiempos de alta competitividad en los negocios, en donde grandes corporaciones desaparecen solo por descuidos en su manera de pensar y ejecutar, también en donde empresas pequeñas encuentran la forma de ser mejores gracias a su mentalidad y forma de trabajo, nos damos cuenta de que solamente la velocidad con calidad puede construir economías fuertes y sólidas, fruto de productos y procesos diseñados con creatividad. Por ello, el compromiso de los que toman decisiones todos los días, las cuales marcan el rumbo de nuestras empresas y nuestros países, es fundamental en este mundo competitivo y global”. (Socconini 2008, pág. 19).

## CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD Y SEIS SIGMA.

Control de calidad: es una competitividad, productividad, variabilidad y mejora.

Competitividad: calidad del producto, calidad del servicio y precio.

Productividad: eficiencia y eficacia.

Variabilidad: proceso (6M) y pensamiento estadístico.

Mejora: acciones correctivas y preventivas y el ciclo de calidad (PDCA)

Planificar: En la etapa de planificación se establecen objetivos y se identifican los procesos necesarios para lograr unos determinados resultados de acuerdo con las políticas de la organización. En esta etapa se determinan también los parámetros de medición que se van a utilizar para controlar y seguir el proceso.

Hacer: Consiste en la implementación de los cambios o acciones necesarias para lograr las mejoras planteadas. Con el objeto de ganar en eficacia y poder corregir fácilmente posibles errores en la ejecución, normalmente se desarrolla un plan piloto a modo de prueba o testeo.

Verificar: Una vez se ha puesto en marcha el plan de mejoras, se establece un periodo de prueba para medir y valorar la efectividad de los cambios. Se trata de una fase de regulación y ajuste.

Actuar: Realizadas las mediciones, en el caso de que los resultados no se ajusten a las expectativas y objetivos predefinidos, se realizan las correcciones y modificaciones necesarias. Por otro lado, se toman las decisiones y acciones pertinentes para mejorar Calidad y competitividad (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2009, pág. 4)

#### DIAGRAMA DE ISHIKAWA TIPO 6 M.

Se mencionan los diferentes problemas de calidad que tienen en una empresa. Por medio de un análisis de Pareto se encuentra el problema principal.

Mediante una lluvia de ideas, un equipo de mejora se encuentran las posibles causas.

#### ASPECTOS O FACTORES PARA CONSIDERAR EN LAS 6 M

Mano de obra o gente

- Conocimiento

¿La gente conoce su trabajo?.

- Entrenamiento

¿Los operadores están entrenados?.

- Habilidad ¿Los operadores han demostrado tener habilidad para el trabajo que

realizan?.

- Capacidad

¿Se espera que cualquier trabajador lleve a cabo su labor de manera eficiente?.

- ¿La gente está motivada? ¿Conoce la importancia de su trabajo por la calidad?

Métodos

- Estandarización

¿Las responsabilidades y los procedimientos de trabajo están definidos de manera clara y adecuada o dependen del criterio de cada persona?.

- Excepciones

¿Cuándo el procedimiento estándar no se puede llevar a cabo existe un procedimiento alternativo definido claramente?.

- Definición de operaciones

¿Están definidas las operaciones que constituyen los procedimientos?, ¿cómo se decide si la operación fue realizada de manera correcta?

La contribución a la calidad por parte de esta rama es fundamental, ya que por un lado cuestiona si están definidos los métodos de trabajo, las operaciones y las responsabilidades; por el otro, en caso de que sí estén definidas, cuestiona si son adecuados.

Máquinas o equipos

- Capacidad

¿Las máquinas han demostrado ser capaces de dar la calidad que se requiere?

- Condiciones de operación

¿Las condiciones de operación en términos de las variables de entrada son las adecuadas?, ¿se ha realizado algún estudio que lo respalde?

¿Hay diferencias? hacer comparaciones entre máquinas, cadenas, estaciones, instalaciones, etc. ¿Se identificaron grandes diferencias?

- Herramientas

¿Hay cambios de herramientas periódicamente?, ¿son adecuados?

- Ajustes

¿Los criterios para ajustar las máquinas son claros y han sido determinados de forma adecuada?

- Mantenimiento

¿Hay programas de mantenimiento preventivo?, ¿son adecuados?

## Material

- Variabilidad

¿Se conoce cómo la variabilidad de los materiales o materia prima sobre el problema?

- Cambios

¿Ha habido algún cambio reciente en los materiales?

- Proveedores

¿Cuál es la influencia de múltiples proveedores?, ¿se sabe si hay diferencias significativas y cómo influyen éstas?.

- Tipos ¿Se sabe cómo influyen los distintos tipos de materiales?

## Mediciones

- Disponibilidad ¿Se dispone de las mediciones requeridas para detectar o prevenir el problema?.

- Definiciones ¿están definidas de manera operacional las características que son medidas?

- Tamaño de la muestra

¿Han sido medidas suficientes piezas?, ¿son representativas de tal forma que las decisiones tengan sustento?

- Repetitividad

¿Se tiene evidencia de que el instrumento de medición es capaz de repetir la medida con la precisión requerida?

- Reproducibilidad

¿Se tiene evidencia de que los métodos y criterios usados por los operadores para tomar mediciones son adecuados?

- Calibración o sesgo

¿Existe algún sesgo en las medidas generadas por el sistema de medición?. Esta rama destaca la importancia que tiene el sistema de medición para la calidad, ya que las mediciones a lo largo del proceso son la base para tomar decisiones y acciones; por lo tanto, debemos preguntarnos si estas mediciones son representativas y correctas, es decir, si en el contexto del problema que se está analizando, las mediciones son de calidad, y si los resultados de medición, las pruebas y la inspección son fiables.

## Medio ambiente

- Ciclos

¿Existen patrones o ciclos en los procesos que dependen de condiciones del medio ambiente?.

- Temperatura

¿La temperatura ambiental influye en las operaciones?.

## Ventajas del método 6 M

- Obliga a considerar una gran cantidad de elementos asociados con el problema.
- Es posible usarlo cuando el proceso no se conoce a detalle.
- Se concentra en el proceso y no en el producto.

## Desventajas del método 6 M

- En una sola rama se identifican demasiadas causas potenciales.
- Se tiende a concentrar en pequeños detalles del proceso.
- No es ilustrativo para quienes desconocen el proceso.

## Opiniones

La contabilidad de costos es un sistema de información para predeterminar, registrar, acumular, distribuir, controlar, analizar, interpretar e informar los costos de producción, distribución, administración y financiamiento. Se proporciona informes basados en la técnica contable que ayuda a la administración, a la creación de políticas para la planeación y control de las funciones de una empresa. El Lean Manufacturing más que una regla de implementación para la mejora de un proceso es una filosofía, una estructura de

pensamiento direccionada hacia el cambio y mejora continua. (Socconini 2008, pág. 25).

## CAPÍTULO 4. DESARROLLO.

### 11. Procedimiento y descripción de actividades.

#### Cronograma de actividades.

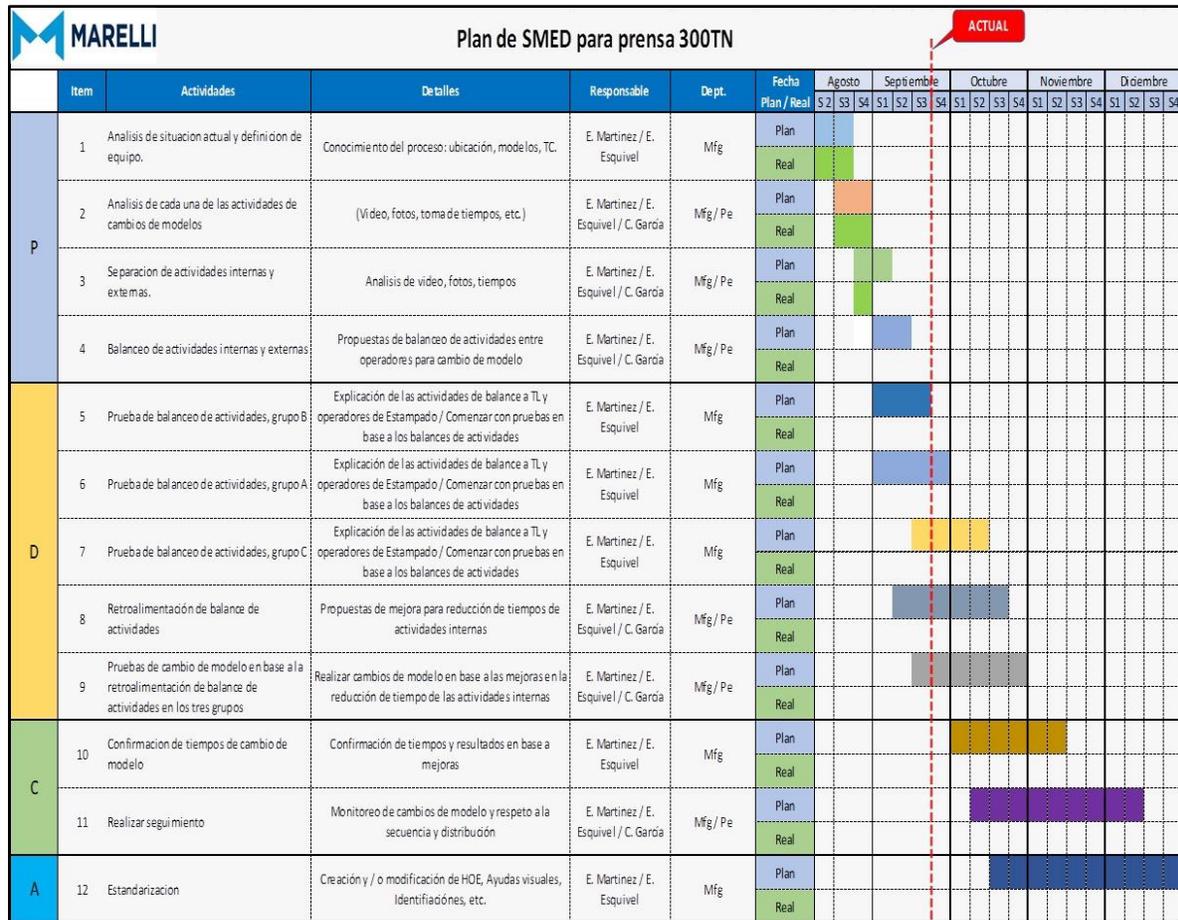


Imagen 2. Cronograma de actividades.

Current Issues: Problemas actuales:

El OEE por debajo del objetivo.

Tiempos de cambio de modelo muy elevados

Sobre ajustes en el proceso (Demoras en actividades, traslado de troqueles, montaje de bobinas etc.).

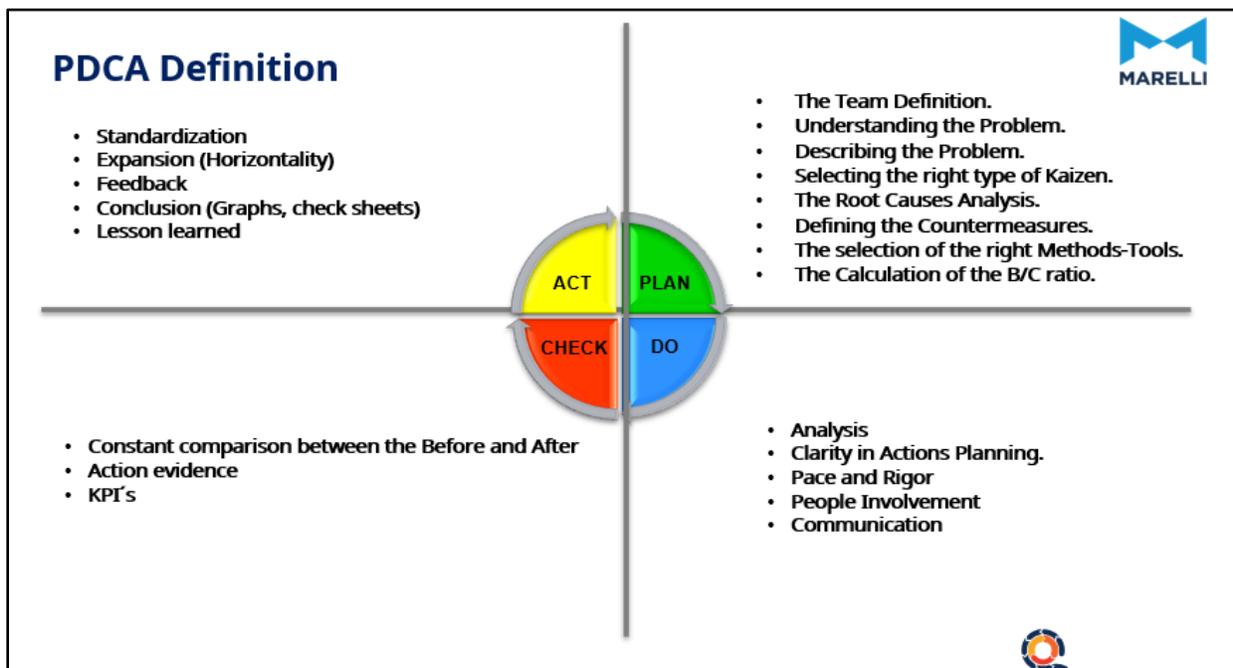
To-be (expected state) after this activity Futuro (estado esperado).

Incrementar el OEE en la prensa 300TN en un 20%.

Reducir los tiempos de cambio de modelo de 60 min a 15 min.

Se comenzó con el análisis de la situación actual del personal y de los equipos se realizó una toma de tiempos de cada uno de los operarios tomando tiempos ciclos de sus movimientos. El cual se desarrolló con el ciclo de PDCA.

PDCA es un ciclo que consta de cuatro pasos, planear, hacer, verificar y actuar.



| Indicator | KPI            | Target | Actual | Judgment |
|-----------|----------------|--------|--------|----------|
| Safety    | Accidentes     | 0      | 0      | ✓        |
| Quality   | PPM'S Externos | 0      | 0      | ✓        |
| Time      | PPA            | 96%    | 90%    | ✗        |
| Cost      | OEE            | 70%    | 50%    | ✗        |
| Moral     | Asistencia     | 96%    | 99%    | ✓        |

Imagen 3 Tabla de ciclo PDCA y KPIS de la empresa.



Who?: CFT (MFG, PE, MTTO).

Why?: Tiempos de cambio de modelo por encima del tiempo establecido.

How?: Mediante análisis de tiempos de cambios de modelo.

How much : Aumentar OEE: +20%

Después de realizar la planeación se comenzó con plantear la situación actual del problema. El proyecto, etc.).

Comments: Durante este año 2023 la PRENSA 300TN ha tenido una eficiencia de un promedio del 50% comparado con la prensa 400TN que tiene un promedio del 70%, es por esto por lo que se eligió la PRENSA 300TN como línea a mejorar.

|      |     |     |     |   |
|------|-----|-----|-----|---|
| Cost | OEE | 70% | 50% | ⊗ |
|------|-----|-----|-----|---|

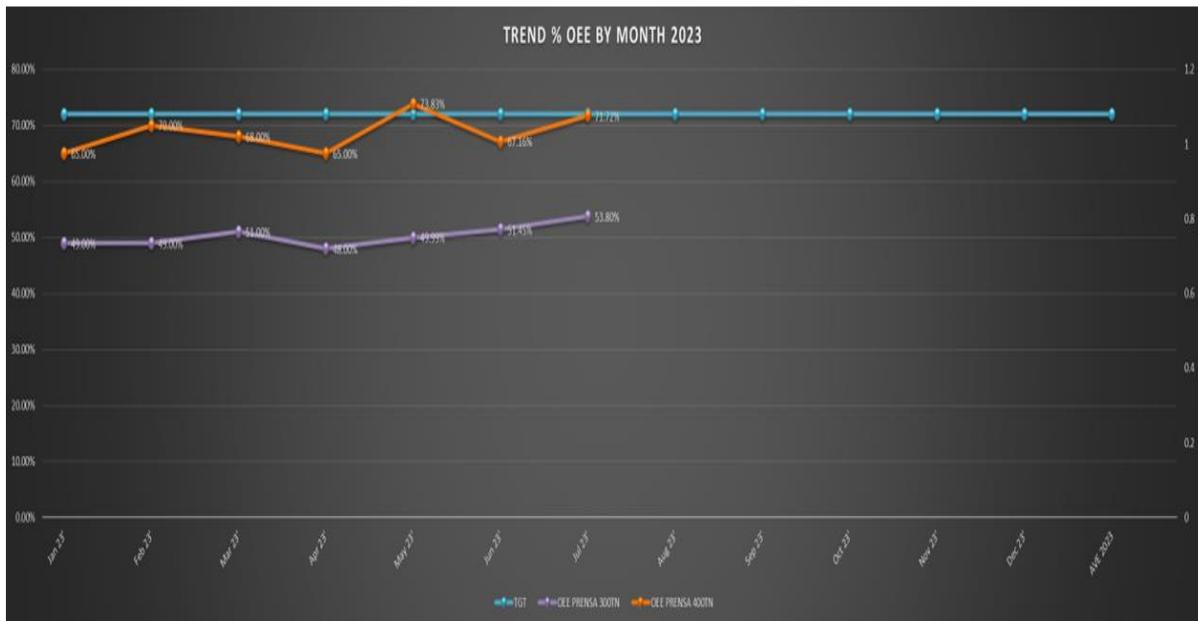


Imagen 5. 7 Grafica de rendimientos de prensas.

Durante el cambio de modelo que se realizo, podemos observar y analizar que hay demasiada demora en el cambio, esto debido a distintos factores como lo son, el desmontaje y montaje de bobina y troqueles, la busqueda y ubicación de estos mismos, de igual manera nos encontramos con la falta de capacitación del operario 2, que tiene poco conocimiento en la prensa y esto es lo que nos causa la poca eficiencia de trabajo en la prensa.

Se elaboró un diagrama de Pareto con los factores que afectaban en la productividad.

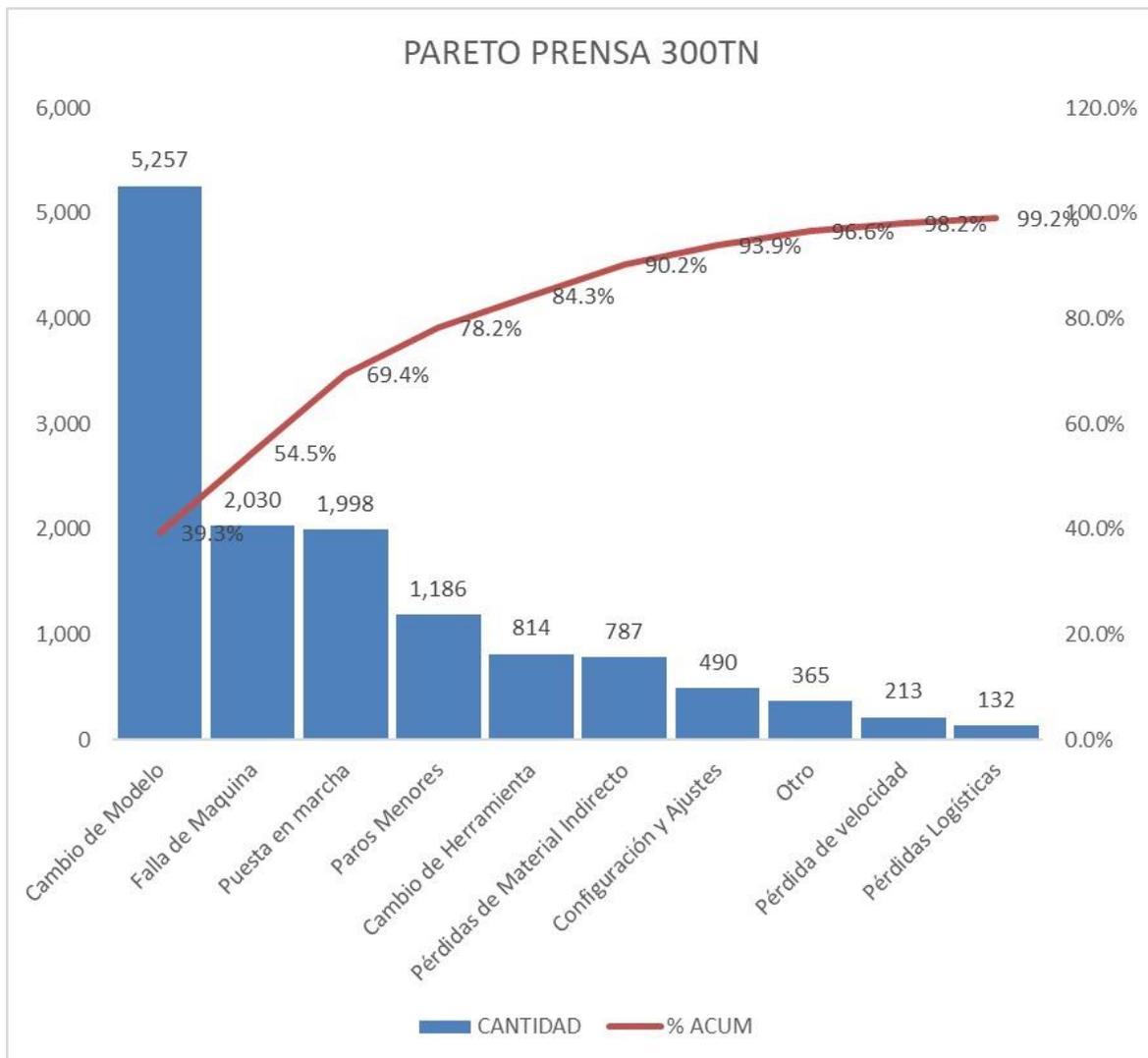


Imagen 6. Pareto de prensa.

Durante los cambios de modelo que se realizaron, podemos observar y analizar que hay demasiada demora en los cambios, esto debido a distintos factores como lo son, el desmontaje y montaje de bobina y troqueles, la búsqueda y ubicación de estos mismos, de igual manera nos encontramos con la falta de capacitación del operario 2, que tiene poco conocimiento en la prensa y esto es lo que nos causa la poca eficiencia de trabajo en la prensa.

Describing the Problem.

What?: El OEE de la prensa está por debajo del objetivo.

Where?: PRENSA 300TN.

When?: En todos los meses de este año 2023 la prensa está por debajo del objetivo del OEE.

Who? CFT (MFG, PE, MTTO).

Why?: Tiempos de cambio de modelo por encima del tiempo establecido.

How?: Mediante análisis de tiempos de cambios de modelo.

How much : Aumentar OEE: +20%

Después de realizar la planeación se comenzó con plantear la situación actual del problema.

Se realizo un análisis para determinar el kaizen a realizar dependiendo de cada uno de los elementos que afectan.

| Kaizen Selection                    |   |  |   |   | Justification   |
|-------------------------------------|---|--|---|---|---|
|                                     | Quick Kaizen                                    | Standard Kaizen                                | Mayor Kaizen                                      | Advance kaizen (PDCA)                                       |   |
| <b>Problem</b>                      | *Simple<br>*Sporadic<br>*No root cause analysis | *Sporadic<br>*Complex<br>*Root cause analysis  | *Chronic<br>*Complex<br>*Deep root cause analysis | *Chronic<br>*Very Complex<br>*Very Deep root cause analysis | OEE Actual de Prensa 300TN es de 50% (Esta por debajo del objetivo que es de 80%)<br><br>Desarrollo de Proyecto en 5 meses (Agosto – Diciembre)<br><br>Miembros del equipo:<br>GS MFG, TL, PE STAFF, MTTO STAFF<br><br>Conocimientos tecnicos de prensas, troqueles, toma de tiempos, analisis de graficas y paretos.<br><br>GS MFG, TL, PE STAFF, MTTO STAFF |
| <b>Implementation time Frcuency</b> | 1- 7 days                                       | One month                                      | Three months                                      | More than three month                                       |   |
| <b>Execution Doer</b>               | Operator  | Operator<br>Technical<br>Section<br>Supervisor | General<br>Supervisor<br>Staff<br>CFT             | CFT + Specialist  |   |
| <b>Competence</b>                   | Basic Technical and practical                   | Basic Technical and practical                  | Intermediate Technical and practical              | Advance Technical and practical                             |   |
| <b>Team</b>                         | One person<br>Small team (1-3)                  | Small team (2-5)                               | Medium - Team (5-6)                               | Medium - Large (6-10)                                       |   |

Imagen 7. Tabla de selección de kaizen

Se elaboro un analisis de causa se requiere realizar un estudio de todas las actividades de cambio de modelo para poder hacer un balance correcto así como también tener una correcta identificación de materia prima y herramientas.

1. OEE por debajo de nuestro objetivo que es del 70%ambios.
2. Cambios de modelo con un índice de 58 minutos promedio por cambio.
3. Dificultad para identificar troqueles y bobinas.
4. Integración de nuevos modelos (Últimos 3 meses, 7 Nuevos modelos).
5. Troqueles difíciles de identificar ya que no cuentan con un espacio exclusivo.
6. Confusión de actividades entre operadores.

Tomando en cuenta el estudio de cada factor se realizó una tabla de los métodos de producción.

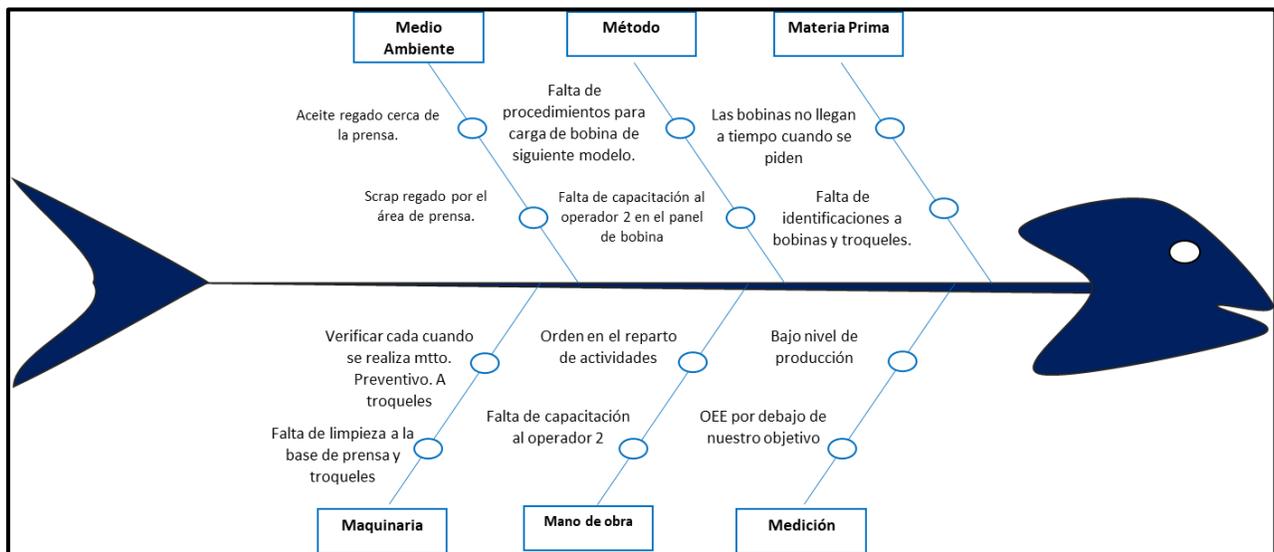


Imagen 8. Diagrama de Ishikawa

Se analizó el área de usuarios del sistema de documentación y se elaboró un diagnóstico por medio de la teoría de Kaoru Ishikawa, porque la mayoría de las observaciones se centran en un deficiente proceso de sistema. Con lo cual tuvimos como resultados los siguientes:

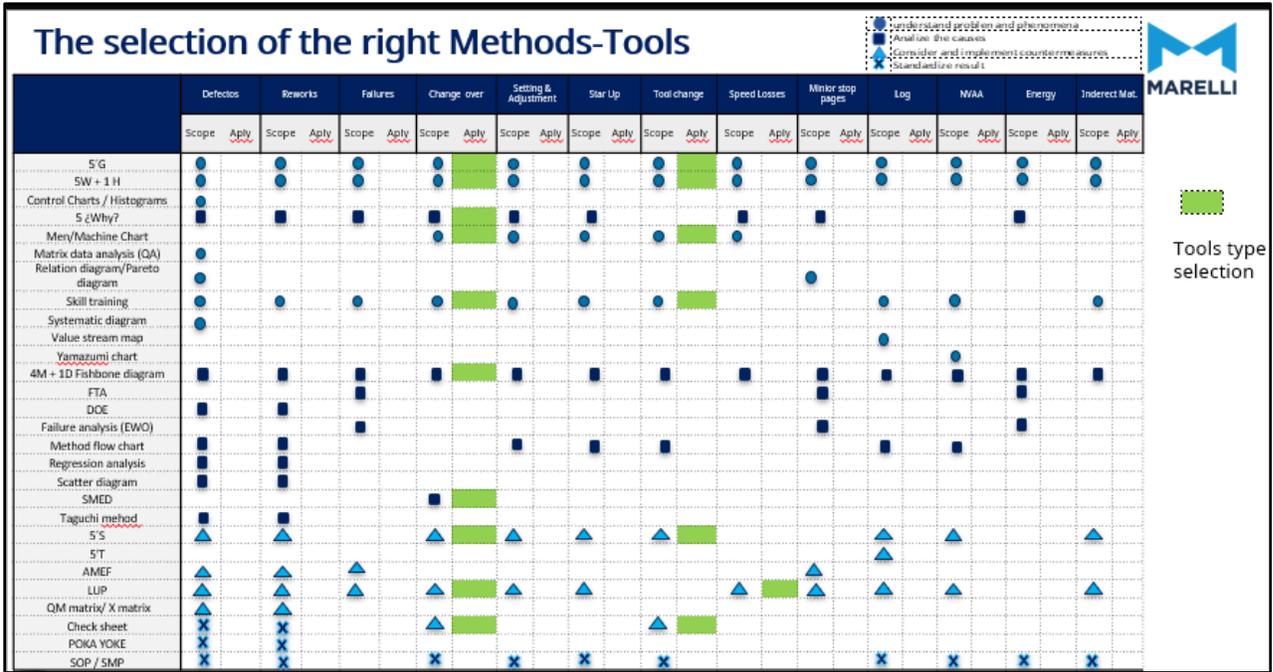


Imagen 9. Tabla de selección de métodos

**Material**

Root Cause

| Countermeasures   | Who                       | When                | Resource                        | Cost |
|---|---------------------------|---------------------|---------------------------------|------|
| Identificaciones de materia prima (Bobina sin identificaciones y lugar asignado).<br>Integración de código de barras a los rainbow para facilitar solicitud de bobinas. | E. Martinez / E. Esquivel | 09/10/23 – 13/10/23 | Compra de Tablet para escaneos. | --   |

**Machine**

Root Cause

|   |                                       |                     |                               |             |
|---|---------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------|
| Troqueles sin lugar asignado y con falta de identificaciones (Esto genera Perdida de tiempo para encontrar el troquel que se va requerir para cambio) | E. Martinez / E. Esquivel / E. Valdez | 13/11/23 – 17/11/23 | Compra de rack para troqueles | \$3,000 USD |
|---|---------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------|

**Method**

Root Cause

|  |                                       |                     |     |     |
|--|---------------------------------------|---------------------|-----|-----|
| Generación de procedimiento para carga de bobina de siguiente modelo.<br>Actualización de procedimientos de cambio de modelo en base a nuevas distribuciones de actividades. | E. Martinez / E. Esquivel / C. Garcia | 09/10/23 – 07/12/23 | N/A | N/A |
|--|---------------------------------------|---------------------|-----|-----|

**Man**

Root Cause

|  |                           |                     |     |     |
|--|---------------------------|---------------------|-----|-----|
| Capacitación a los 2 operarios dentro del proceso del cambio de modelo, para la repartición de las nuevas actividades. | E. Martinez / E. Esquivel | 01/09/23 – 31/10/23 | N/A | N/A |
|--|---------------------------|---------------------|-----|-----|

Imagen 10. Tabla de las 5'M.

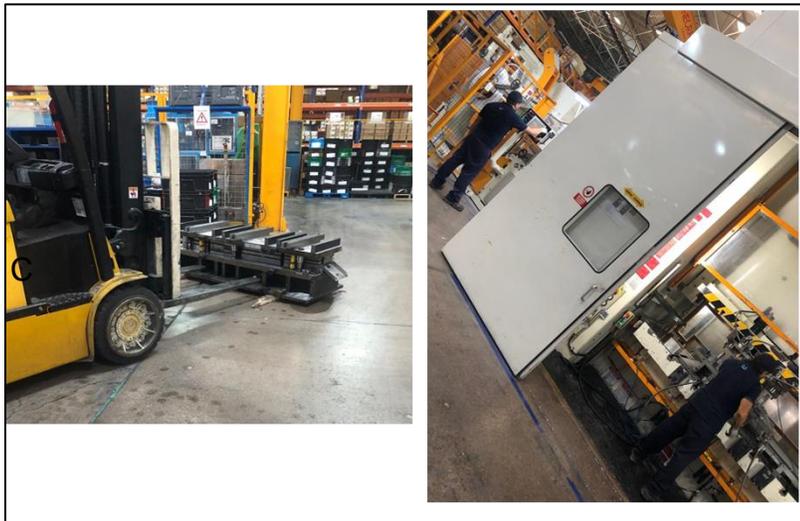
Con la información obtenida de los análisis elaborados se determina realizar un análisis de cada una de las actividades de cambios.

| Operación                                     | Inicio | Fin   | Duración | Interna (I) | Externa (E) |
|---|--------|-------|----------|-------------|-------------|
| Cambiar bobina                                | 00:00  | 09:21 | 09:21    |             | E           |
| Montar bobina hacia troquel                   | 09:21  | 12:52 | 03:31    |             | E           |
| Ir a almacén e identificar troquel            | 12:52  | 15:45 | 02:53    |             | E           |
| Llevar troquel a la prensa                    | 15:45  | 18:08 | 02:23    |             | E           |
| Montar troquel a la prensa                    | 18:08  | 18:28 | 00:20    | I           |             |
| Limpiar troquel y base de la prensa           | 18:28  | 21:43 | 03:15    | I           |             |
| Instalar cames inferiores traseros            | 21:43  | 22:30 | 00:47    | I           |             |
| Instalar cames inferiores delanteros          | 22:30  | 23:19 | 00:49    | I           |             |
| Definir altura de trabajo                     | 23:19  | 24:00 | 00:41    | I           |             |
| Instalar cames superiores delantero y trasero | 24:00  | 25:00 | 01:00    | I           |             |
| Quitar topes del troquel                      | 25:00  | 25:59 | 00:59    | I           |             |
| Definir Altura de producción                  | 25:59  | 26:38 | 00:39    | I           |             |
| Programar prensa acorde al modelo             | 26:38  | 27:30 | 00:52    | I           |             |
| Instalar sensores                             | 27:30  | 28:49 | 01:19    | I           |             |
| Roscar aceite al troquel                      | 28:49  | 29:45 | 00:56    | I           |             |
| Cortar primero pedazo de lamina               | 29:45  | 39:45 | 10:00    | I           |             |
| Realizar primeras piezas                      | 39:45  | 44:43 | 04:58    | I           |             |
| Instalar banda de scrap                       | 44:43  | 45:00 | 00:17    | I           |             |
| Instalar banda de producción                  | 45:00  | 49:12 | 04:12    | I           |             |
| Arrimar cajas para poner piezas               | 49:12  | 54:02 | 04:50    |             | E           |
| Realizar pruebas                              | 54:02  | 54:17 | 00:15    | I           |             |
| Arranque                                      | 54:17  | 0:00  | 54:17:00 | I           |             |

Imagen 11. Tabal de análisis de cambios.

Con lo cual definimos las actividades internas y externas de los operarios, así como sus tiempos ciclos en sus operaciones.

Balanceo de actividades internas y externas.



| Fecha  | Operador 1 | Operador 2 | Tiempo realizado | Tiempo estimado | Observaciones   |
|--------|------------|------------|------------------|-----------------|---|
| 05 sep | Juan       | Miguel     | ---              | 20Min           | Este día comenzamos con los pruebas y el diagnóstico de actividades asignadas a los operarios, en el cual no se pudo realizar debido a la falta de bobina del modelo requerido, y por ende se adelantaron algunas operaciones a realizar.   |
| 06 sep | Juan       | Miguel     | ---              | 20Min           | En este cambio el operador 2 realizó un poco más de capacitación en el portabobinas, debido a que al momento de realizarlo, borro el programa que sigue y esto nos daña mucho, durante el cambio, de igual manera el turno que adelantaron algunas operaciones.   |
| 07 sep | Juan       | Miguel     | 42:28Min         | 20Min           | En este cambio hubo un poco de demora ya que los del turno anterior no dejaron el cambio a la mano, y también por la falta de capacitación del operador número 2 en el portabobinas, pero ya se logró ver un pequeño avance en el cambio de modelo.   |
| 11 sep | Juan       | Miguel     | 18:53Min         | 20Min           | Durante el cambio de modelo el operador 2 al estar programando la bobina, borro el programa que continuaba por lo cual esto nos causa demoras, por lo cual solo realizaron el cambio y programación de troquel.   |
| 12 sep | Juan       | -          | 18:20Min         | 20Min           | En este cambio de modelo lo realizó solo un operador por lo cual, no se mostraron avances ni mejoras.   |
| 13 sep | Juan       | -          | 30:03Min         | 20Min           | Nuevamente el operador 1, realizó solo el cambio de modelo esta debido a que el operador 2, se encontraba dentro de otra zona y esto nos genera retrasos a nuestra objetivo.  |
| 14 sep | Juan       | Miguel     | 42:23Min         | 20Min           | El operador 2 llegó a tiempo al cambio de modelo, y el operador 1 de igual manera no dejó el cambio listo por no haber podido realizar el lay out, pero hicieron una buena reducción de tiempo.   |
| 15 sep | Ruben      | Eder       | 23:47Min         | 20Min           | Durante este cambio, se nota un gran cambio en cuanto a la reducción de operaciones, solo en este cambio de modelo, falta realizar el lay out, pero hicieron una buena reducción de tiempo.   |
| 18 sep | Ruben      | -          | 45:22Min         | 20Min           | El operador 2 no se ve involucrado en este cambio, por lo cual no hubo un cierto avance en el cambio de modelo.   |
| 19 sep | Ruben      | Eder       | 01:02.2          | 20Min           | En el transcurso de este cambio de modelo hubo bastantes demoras por el troquel que se demora, ya que resulta con algunas fallas dentro del proceso, por lo cual se tuvo que cambiar de troquel, y al hacer el lay out de la bobina también hubo complicaciones, debido a que al ajustar las bobinas no eran las medidas correctas. |

Imagen 12. Balanceo de actividades internas.

Se busca que el personal conozca cada una de sus actividades se convoca a junta para informar a los involucrados sus actividades y responsabilidades en la implementación del proyecto.

Exponer a los operadores de cada turno el contexto del proyecto y actividades a desarrollar.

| Operador 1 | Actividades                                     | Interna | Externa | Tiempo (s) | Operador 2 | Actividades  | Interna | Externa | Tiempo (s) | Observaciones   |
|------------|---|---------|---------|------------|------------|--|---------|---------|------------|---|
| 1          | Quitar sensores del troquel.                    | x       |         | 7          | 1          | Traer troquel de almacén y colocar en rack de espera |         | x       | 295        | Tener lista estas operaciones antes del paro de prensa. |
| 2          | Colocar topes de seguridad troquel (rojos)      | x       |         | 13         | 2          | Montaje de bobina de siguiente modelo                |         | x       | 580        |   |
| 3          | Bajar prensa para desmontar troquel.            | x       |         | 19         | 3          | Desmontar troquel                                    | x       |         | 116        |   |
| 4          | Retirar clamps delanteros y traseros superiores | x       |         | 61         | 4          | Montar Troquel                                       | x       |         | 121        |   |
| 5          | Subir Prensa para desmontar troquel             | x       |         | 43         | 5          | Girar Portabobinas                                   | x       |         | 45         |   |
| 7          | Limpieza de rebaba de base de prensa            | x       |         | 72         | 6          | Carga de programa de alimentador                     | x       |         | 71         |   |
| 8          | Cambio de programa de prensa                    | x       |         | 52         | 7          | Pasar bobina hasta zona de troquel                   | x       |         | 143        |   |
| 9          | Colocar clamps frontales                        | x       |         | 30         | 8          | Limpieza de rebaba de troquel                        |         | x       | 15         |   |
| 10         | Ajuste de altura de montaje                     | x       |         | 39         | 9          | Acercar equipo vacío para siguiente modelo           |         | x       | 142        |   |
| 11         | Coloca clamps traseros                          | x       |         |            | 10         | Llevar troquel a almacén                             |         | x       | 345        |   |
|            |   |         |         | 30         |            |  |         |         |            |   |
| 12         | Retirar topes de seguridad troquel (rojos)      | x       |         | 59         |            |  |         |         | 1873       |   |
| 13         | Ajuste de altura de Trabajo                     | x       |         | 52         |            |  |         |         |            |   |
| 14         | Formar Lay Out                                  | x       |         | 588        |            |  |         |         |            |   |
|            |   |         |         | 1065       |            |  |         |         |            |   |

Imagen 13. Tabla de actividades internas y externas.

Retroalimentación de balance de actividades, comenzar con pruebas en base a los balances de actividades.



*Imagen 14. Junta de colaboradores.*

Se implementaron las 5´S en la empresa para poder determinar las áreas de oportunidad. Se trata de una Técnica o herramienta de Gestión Japonesa que aplicada en áreas de trabajo crea espacios más Organizados, Despejados, Seguros y limpios. Se da el nombre de 5´S porque está formada por 5 palabras japonesas con la letra inicial “S”. de esta manera se puede tener un lugar de trabajo en óptimas condiciones evitando demoras y accidentes en las operaciones.

Se implementa en el área de troqueles no hay un acomodo y no tienen ninguna identificación de estos.

Aplicación de las primeras 3´S

Ordenar el almacén de troqueles, con ayuda de identificaciones.

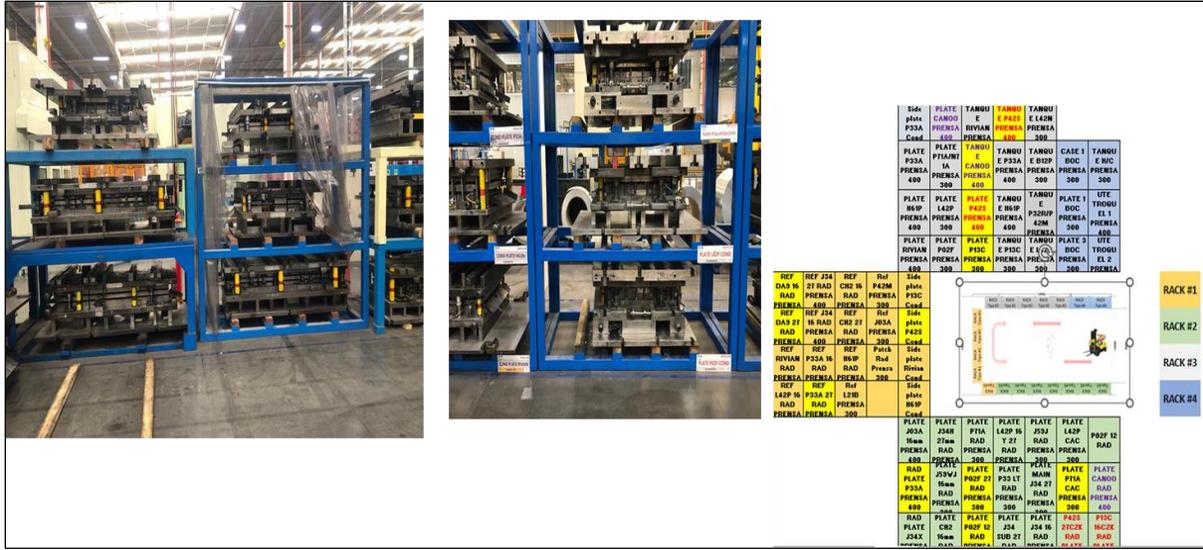


Imagen 15. Aplicación de los 3's.

**MARELLI** PRENSA 300  
**PATCH LWR / UPR RIVIAN RAD**  
 924RUG720B / 924RUG720A **RIVIAN**

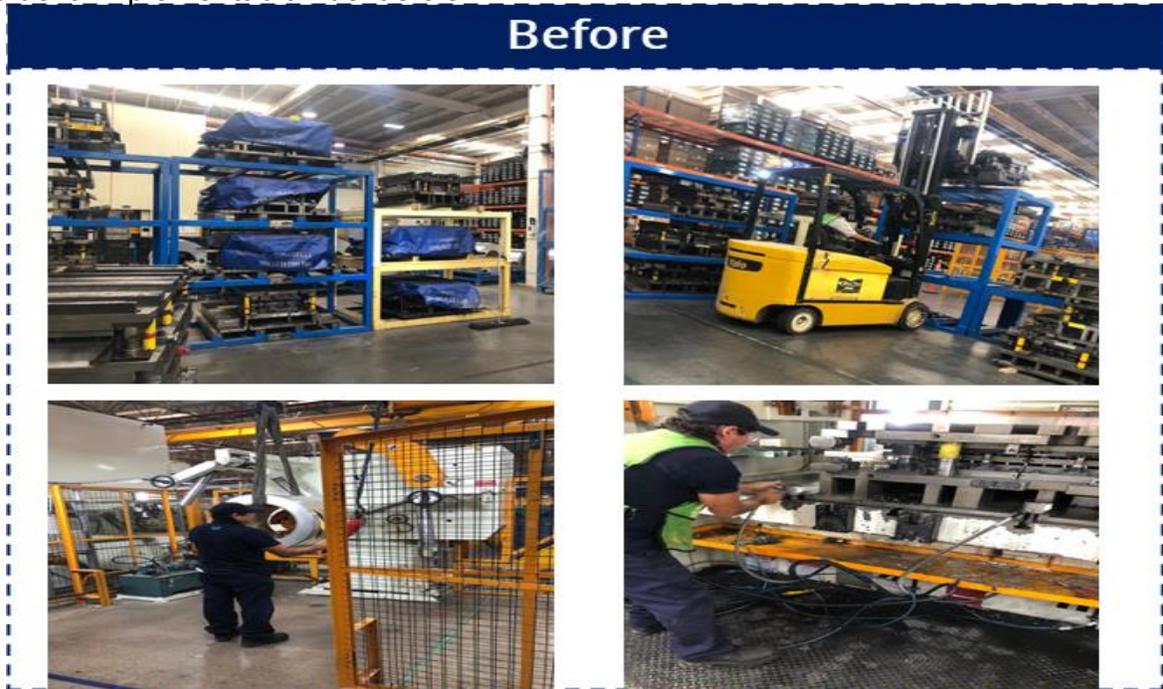
**MARELLI** PRENSA 400  
**REINFORCE J34 27mm**  
 214PSH540A **MAZDA**

**MARELLI** PRENSA 300  
**PLATE 1 BOC**  
 216PYX260A **Jatco**

**MARELLI** PRENSA 400  
**COND SIDE PLATE H61Be**  
 924RH9BT0A **NISSAN**

Facilitar la visión del operario al momento de buscar un troquel.

Antes de la implementación de las 5's.



*Imagen 16. Ayudas visuales.*

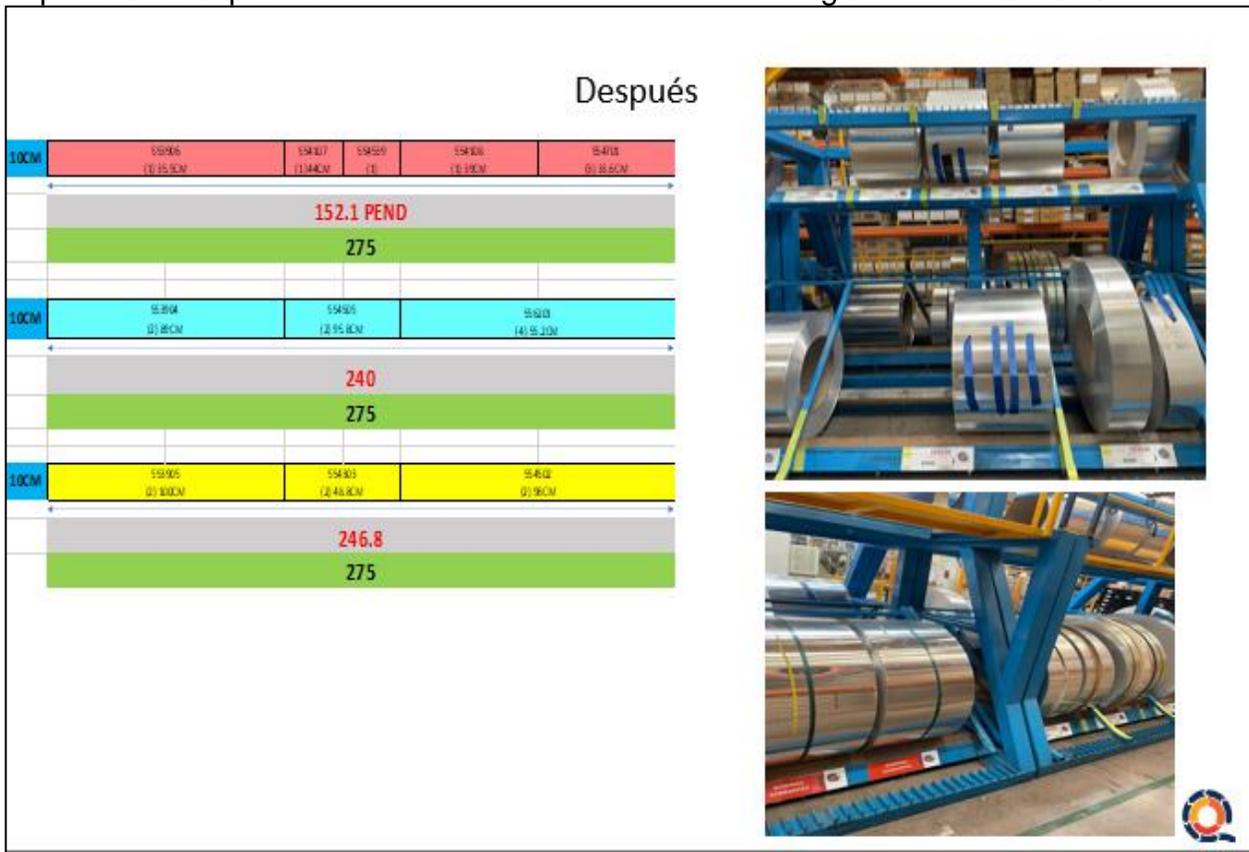
Antes de las 5's no se tenía un control respecto a selección, orden y limpieza en las distintas áreas de la empresa.

## CAPÍTULO 5: RESULTADOS

### 12. Resultados

Después de desarrollar el sistema PDCA, se obtuvieron los siguientes resultados que a continuación se exponen.

Después de la implementación de las 5's se obtienen los siguientes resultados.



*Imagen 17. Después de implementar 5's.*

Se conto con la identificación de cada uno de los materiales que se utilizan en el área de estampado lo cual favorece más el proceso e interviene en el proceso de estandarización del proceso antes mencionado.

Para poder determinar la efectividad de las acciones que se implementaron durante el desarrollo de la mejora se elaboró un analisis con la metodología de las 5M.

1.- METODO.

2.- MANO DE OBRA.

3.- MÁQUINA.

4.- MATERIAL.

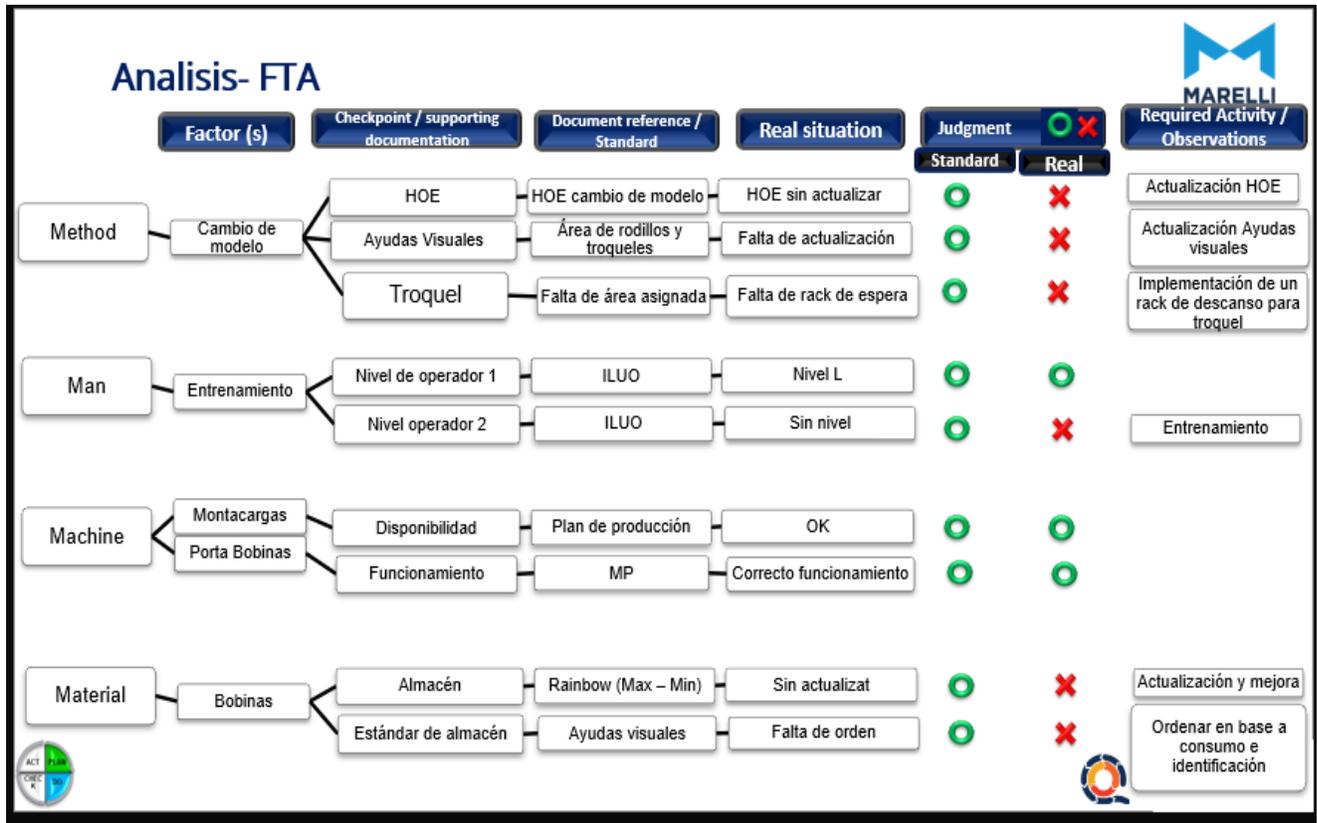


Imagen 18. Análisis de 5M.

Los resultados del análisis de las 5'M fueron muy acertados para determinar el desempeño de cada trabajador en sus actividades y determinar la estandarización de los procesos y como actividad principal en el proceso de estampado.

Para la estandarización del proceso de estampado se determinaron actividades.

## Standardization



| DPTO     | QUESTION   | DOCUMENT   | APPLY YES/NO /NA | WHO ?             | WHEN ? | STATUS | NOTES                     | ATTACHMENT |
|----------|--|--|------------------|-------------------|--------|--------|---------------------------|------------|
| PE & MFG | ARE THE IMPROVEMENTS RELEVANTS IN TERMS OF QUALITY ?   | AMEF   | N/A              |                   |        |        |                           |            |
|          |  | CONTROL PLAN, PDD  | N/A              |                   |        |        |                           |            |
|          |  | RELEASE SHEETS, DIFERENCE MATRIX                                     | YES              | Emmanuel Martinez | NOV-23 | CLOSED | DOCUMENT UPDATE           |            |
|          |  | HOE, 3Z,SMP  | YES              | Emmanuel Martinez | NOV-23 | CLOSED | DOCUMENT CREATION, UPDATE |            |
|          | DID WE CHANGE THE PROCESS ? IF YES <input type="checkbox"/>  | 4MS,LAY OUT  | YES              | Erasmus Esquivel  | NOV-23 | CLOSED | DOCUMENT UPDATE           |            |
|          | DID WE CHANGE THE PROCESS ? IF YES <input type="checkbox"/>  | OTHERS (FLOW CHART, STANDARD PACKAGING, LAY OUT, REWORK INSTRUCTION) | N/A              |                   |        |        |                           |            |
| ECH      | DO THE IMPROVEMENTS MADE IMPLY ANY CHANGES THAT NEED TO BE NOTIFIED TO THE CLIENT?   | NOTIFICATION ECH   | N/A              |                   |        |        |                           |            |
| TT       | DID WE CHANGE / ADD SOMETHING IN THE MACHINE THAT IS NOT CONSIDERED IN THE PM CALENDAR ? IF YES <input type="checkbox"/><br>IS THE MAINTENANCE FREQUENCY WRONG ? IF YES <input type="checkbox"/> | PM CALENDAR, EWO,AM  | N/A              |                   |        |        |                           |            |

Imagen 19. Tabla de estandarización de actividades proceso de estampado.

Al estandarizarse las actividades de los operarios de determino el balanceo de actividades internas y externas las cuales arrojaron un 100% de efectividad de cada uno de los operarios. Como se describe en la siguiente imagen.

Se tomaron como referencias a dos operarios.

- 1.- Operario 1.
- 2.- Operario 2.

## Balanceo de actividades internas y externas

| Operador 1 | Actividades                                     | Interna | Externa | Tiempo |
|------------|---|---------|---------|--------|
| 1          | Quitar sensores del troquel.                    | X       |         | 7      |
| 2          | Colocar topes de seguridad troquel (rojos)      | X       |         | 13     |
| 3          | Bajar prensa para desmontar troquel.            | X       |         | 39     |
| 4          | Retirar clamps delanteros y traseros superiores | X       |         | 61     |
| 5          | Subir Prensa para desmontar troquel             | X       |         | 48     |
| 7          | Limpieza de rebaba de base de prensa            | X       |         | 72     |
| 8          | Cambio de programa de prensa                    | X       |         | 52     |
| 9          | Colocar clamps frontales                        | X       |         | 30     |
| 10         | Ajuste de altura de montaje                     | X       |         | 39     |
| 11         | Coloca clamps traseros                          | X       |         | 30     |
| 12         | Retirar topes de seguridad troquel (rojos)      | X       |         | 39     |
| 13         | Ajuste de altura de trabajo                     | X       |         | 52     |
| 14         | Formar Lay Out                                  | X       |         | 350    |
| TOTAL SEG  |   |         |         | 827    |
| TOTAL MIN  |   |         |         | 14     |

**Operador #1 realiza 100% solo actividades Internas**

| Operador 2 | Actividades  | Interna | Externa | Tiempo | Observaciones  |
|------------|--|---------|---------|--------|--|
| 1          | Traer troquel de almacen y colocar en rack de espera |         | X       | 295    | Tener lista estas operaciones antes del paro de prensa.                  |
| 2          | Montaje de bobina de siguiente modelo                |         | X       | 580    |  |
| 3          | Desmontar troquel                                    | X       |         | 116    |  |
| 4          | Montar Troquel                                       | X       |         | 121    |  |
| 5          | Girar Porta bobinas                                  | X       |         | 45     |  |
| 6          | Carga de programa de alimentador                     | X       |         | 71     |  |
| 7          | Pasar bobina hasta zona de troquel                   | X       |         | 143    |  |
| 8          | Limpieza de rebaba de troquel                        |         | X       | 15     |  |
| 9          | Aceitar equipo vacio para siguiente modelo           |         | X       | 142    |  |
| 10         | Llevar troquel a almacen                             |         | X       | 345    | Volver a repetir el procedimiento, para tener listo el siguiente cambio. |
| 11         | Formar Lay Out                                       | X       |         | 238    |  |
| TOTAL SEG  |  |         |         | 2111   |  |
| TOTAL MIN  |  |         |         | 35     | Incluyendo actividades externas  |
| TOTAL MIN  |  |         |         | 13     | Solo Actividades Internas  |

**Operador #2 realiza 100% de las actividades Externas y realiza 6 de las 19 actividades Internas**

Imagen 20. Balanceo de actividades internas y externas.

Se comenzó con una retroalimentación al personal en campo. Se comenzaron con base a sus actividades de trabajo.

### Retroalimentación de balance de actividades



➔





➔



**Comments:** Comenzar con pruebas en base a los balances de actividades

Imagen 21. Retroalimentación de balance de actividades.

Se elaboraron las HOE (hojas de operación estándar) de las actividades de cada operario para de este manera se pudiera dé a conocer sus actividades y el cómo realizarlas. Manejando la herramienta de las 4M's.

Imagen 22. HOE de las actividades.

A continuación se presentaron las gráficas del antes y después donde podemos observar que los resultados fueron favorables para la empresa. Subiendo de un 53.80% de eficiencia en la prensa OEE prensa 300TN a un 71.21% de eficiencia .

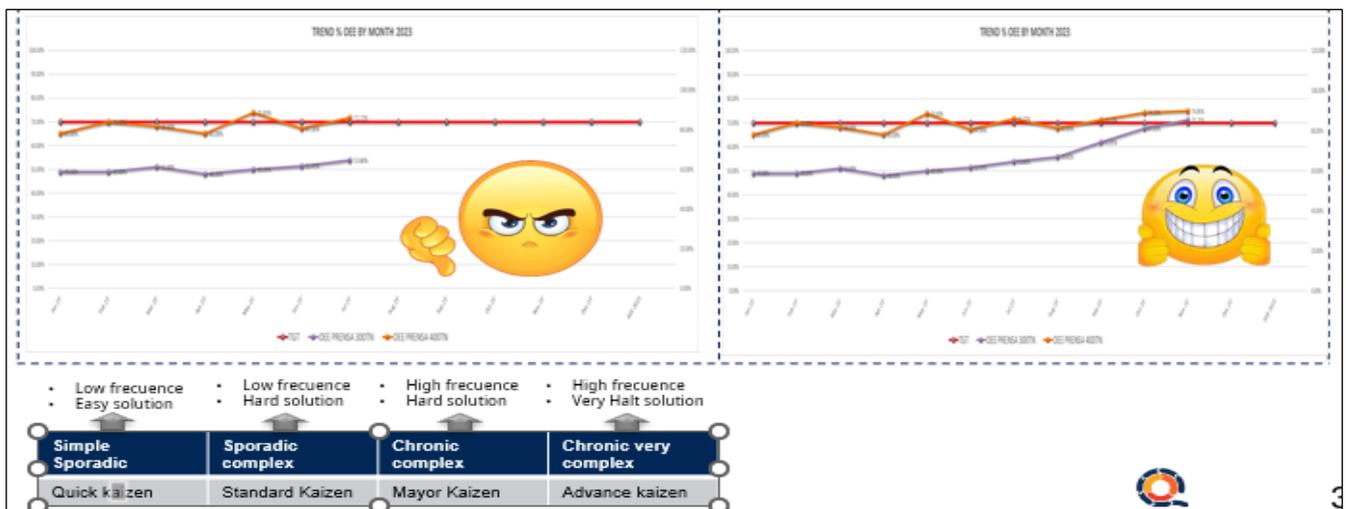


Imagen 23. Gráficos de resultados.

Los cambios de modelo siguen siendo el Top #1 sin embargo se logró reducir cerca del 50% de los minutos de paro.



Imagen 24. Grafica de reducción de tiempo.

Se tiene como ahorro Total anual \$74 k USD solo como incremento de OEE, cabe mencionar que la compra del rack para cambio de troquel no se realizó.

| Prensa 300 tn | TC   | HC | SF  | OEE | VOL ANUAL | TPT | TPT*VOL  | SAVE (TPT) | RATIO (USD) | SAVING (USD) |
|---------------|------|----|-----|-----|-----------|-----|----------|------------|-------------|--------------|
| Prensa 300 tn | 0.02 | 2  | 90% | 50% | 7,241,064 | 0.1 | 643650.1 | 190375.4   | \$ 0.39     | \$ 74,246.4  |
|               | 0.02 | 2  | 90% | 71% | 7,241,064 | 0.1 | 453274.7 |            |             |              |
|               |      |    |     |     |           |     |          |            | Total       | \$ 74,246.4  |

**Ahorro total (Anual)**  
**OEE= \$74,246 USD**

Imagen 25. Imagen del ahorro anual en la empresa.

## CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

### 13. Conclusiones del Proyecto

La empresa Marelli tenía una problemática en los tiempos de cambios en su maquinaria OEE ya que sus operarios no realizaban sus actividades en su tiempo ciclo por lo que aumentaban el tiempo de cambio.

El presente proyecto tuvo como elaboración de un estudio de tiempos y movimientos para el desarrollo y la capacitación de las actividades del personal asegurando el manejo de la máquina.

A continuación los mencionamos.

Se logró la reducción de tiempos en un 50% y se implementó su HOE de sus actividades.

Tras la implementación de la metodología de las 5's se logró reducir la mala limpieza y se despejaron espacios dando como resultado una excelente estandarización de limpieza.

Una de las limitaciones que surgieron fue la resistencia a los cambios por parte de los trabajadores ya que algunos de ellos no querían responsabilidad de maquinarias.

En la residencia se aprendió la forma de desarrollar una metodología en una empresa, el haber interactuado con los ingenieros de la empresa agrego mucho valor en mi desarrollo profesional, los criterios tomados y basados en un analisis de manufactura que se implementaron fueron punto clave para la implementación de la mejora.

## **CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS**

### **14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.**

1. Aplique los puntos de investigación, habilidades y actitudes necesarias que me permitieron mejorar los tiempos de paros en el proceso de la organización.
2. Tuve la capacidad de analizar e identificar los elementos teóricos y actividades dentro del área de producción.
3. Solicité propuestas de solución que brindaron opciones de mejora y ejecuté las mismas para obtener mejores resultados.
4. Realicé una buena organización para poder gestionar correctamente las tareas delegadas.
5. interactúe con el equipo y transmití correctamente los mensajes hacia todos los trabajadores.

## CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

### **15. Fuentes de información**

Gutiérrez Pulido , H., & De La Vara Salazar, R. (2009). Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma. México D.F.: MC Graw Hill Educación.

*Muñoz R. (2022). Lean Manufacturing desperdicios de procesos, México D.F.*

*Socconini, L. (2008). Lean Manufacturing paso a paso. México: Norma.*

*Narva Carbello (2008) Manufactura de procesos. México.*

## **ANEXOS.**