

**[Ago-Dic,  
2017]**



**Fabiola Janeth Márquez Rojas**

**REPORTE FINAL PARA ACREDITAR  
RESIDENCIA PROFESIONAL DE LA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN  
EMPRESARIAL**

**[IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA  
WCM EN EL ÁREA DE ENSAMBLE DE GM  
ENFOCADO A LEAN MANUFACTURING]**

**MINTH MÉXICO COATING S.A. DE C.V.**

**ING. JOSÉ BRIONES**  
Asesor externo

**DR. JOSÉ ALONSO DENA AGUILAR**  
Asesor interno

Diciembre de 2017

## AGRADECIMIENTOS

En el presente reporte de residencias profesionales me gustaría agradecer primeramente a dios por ayudarme y permitirme llegar hasta donde estoy, ya que con su apoyo y con mi fe he podido llegar a mi meta profesional como estudiante, también doy gracias por haberme dado la fuerza de seguir adelante en mis momentos más difíciles de la carrera, gracias a eso he podido vivir algunas experiencias tanto buenas como malas pero sobretodo tengo la dicha de haber podido concluir una de mis metas.

Agradezco a mis padres Juan y Mari por enseñarme a luchar por lo que quiero por apoyarme moral y económicamente por estar conmigo siempre que los necesito y también doy gracias por enseñarme tantos valores y sobretodo y ante todo por enseñarme a no perder el piso a pesar de todos los logros que se puedan obtener en la vida gracias por ser los mejores padres del mundo los quiero y admiro gracias por apoyarme a pesar de las necesidades que pudieran haber tenido, este logro no es solo mío sino también de mis padres que estuvieron conmigo siempre al pie del cañón.

A mis hermanas Paty y Karla que también siempre me apoyaron y me alentaron a no darme por vencida y fueron quienes me acompañaron en mis desvelos haciendo tareas.

Le doy gracias a mi esposo Hugo te agradezco por haberme alentado a tomar esta decisión tan importante en mi vida, por haberme ayudado a estudiar en algunas de mis materias eres una de las personas que admiro, respeto eres parte de mis logros porque me has apoyado y he aprendido mucho de ti.

A mis compañeros Mónica, Armando y Juan que siempre fueron de gran apoyo para lograr mis objetivos.

Agradezco a todos y cada uno de los educadores del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga que me dieron los conocimientos de la Ingeniería en Gestión Empresarial,

además a los docentes de la educación media superior que también fueron participes en mi formación.

A la empresa MINTH MEXICO COATINGS S.A. DE C.V por permitirme hacer mis residencias profesionales, al poner en práctica los conocimientos aprendidos y por dejarme seguir aprendiendo.

Agradezco al Ing. José Briones ya que me brindó su apoyo incondicional con sus conocimientos y experiencias durante el desarrollo del proyecto.

.

## RESUMEN

### “IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA WCM EN EL ÁREA DE ENSAMBLE DE GM ENFOCADO A LEAN MANUFACTURING”

Por: **FABIOLA JANETH MÁRQUEZ ROJAS**

MINTH MÉXICO COATING S.A. de C.V. es una empresa del giro automotriz que se dedica a la fabricación y venta de piezas estructurales de carrocería, guarniciones y piezas decorativas de vehículos de pasajeros para diversas marcas de fabricantes de automóviles. En su planta en Aguascalientes se dedica a la fabricación de piezas de aluminio para los clientes General Motors, Audi, Mercedes Benz, Volkswagen y Nissan.

Dentro de sus procesos se encuentra el área de ensamble C1YC de General Motors (GM) donde se producen las piezas RQT-UPPER. En particular, la empresa requiere establecer acciones de mejora en dicho proceso de ensamble para disminuir los defectos de la pieza RQT-UPPER por manejo. Que durante los meses de agosto, septiembre y octubre de 2017 fue un promedio mensual de 2,580 piezas defectuosas que ocasionaron reclamos de cliente.

En este trabajo se aplicó el modelo de la manufactura de clase mundial (*World Class Manufacturing* – WCM) encaminado al sistema de producción ajustada o manufactura esbelta (*Lean Manufacturing System*) para actualizar formatos de operación (hojas de operación estándar – HME), implementar el mantenimiento autónomo (MA), y la metodología 5s a través de mapas del flujo de valor (*Value Stream Mapping* – VSM). Lo anterior para lograr la mejora continua del proceso a través del incremento del indicador FTT (First Time Through – piezas bien a la primera) para estandarizar la línea. Específicamente se emplearon herramientas como diagramas de Pareto, diagramas de afinidad, método de lluvia de ideas, diagramas de flujo y diagramas de árbol para determinar los factores potenciales a resolver. Así mismo se emplearon técnicas de análisis de problemas como 5W+2H, MA y 5s para elaborar un plan de actividades para acciones correctivas. Se detectó que la causa raíz que generan los defectos en las piezas en forma prioritaria fue por daño en el manejo del

material. La propuesta de solución consistió en implementar la metodología 5s y modificar el lay out de la línea de ensamble, actualizar el mapa del flujo de valor, implementar un sistema de mantenimiento autónomo y un formato de observación de operaciones.

Se logró incrementar el indicador FTT mensual promedio de un 57 al 72% (noviembre de 2017). Es decir, se redujo la cantidad de piezas defectuosas en promedio de un 43% a un 28%. En términos cuantitativos, se redujo la cantidad de piezas con defecto de 2,580 piezas mensuales a poco más de 600 piezas por mes. Lo anterior representa que se logró estandarizar la línea de ensamble a través de las acciones de mejora implementadas. Además se logró implementar un programa de mantenimiento y se organizó el área de trabajo.

Dirigido por:

**Ing. José Briones**

**Dr. José Alonso Dena Aguilar**

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Descripción de la empresa y del puesto o área de trabajo del residente.....	2
1.2 Problema(s) a resolver .....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación.....	6
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	7
2.1 World Class Manufacturing.....	7
2.2 Lean Manufacturing System.....	7
2.3 Herramientas administrativas y estadísticas de calidad.....	9
2.3.1 Diagramas de Pareto.....	9
2.3.2 Diagrama de Ishikawa.....	10
2.3.3 Diagramas de afinidad.....	11
2.3.4 Diagramas de flujo.....	12
2.3.5 Diagramas de árbol.....	13
2.4 Técnicas de análisis de problemas.....	14
2.4.1 5W + 2H.....	14
2.4.2 Modelo TPM.....	15
2.4.3 PDCA. ....	15
2.5 Modelos implementados.....	16
2.5.1 5s.....	16
2.5.2 Mantenimiento Autónomo.....	17
2.5.3 HEM.....	17
2.5.4 VSM.....	18
2.6 Pieza a mejorar.....	19
2.6.1 Pieza RQT-UPPER.....	19

	Pág.
<b>III. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS</b> .....	20
3.1 Detección de defectos.....	20
3.2 Detección de áreas origen de defectos.....	21
3.3 Identificación de los aspectos que pudieran estar ocasionando el daño por manejo.....	21
3.4 Cronograma de actividades.....	22
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	23
4.1 Análisis de defectos a través de histograma y diagramas de Pareto.....	23
4.2 Análisis de las áreas problemas.....	26
4.3 Determinación de factores potenciales que ocasionan los defectos.....	27
4.4 Conclusiones de las herramientas de análisis empleadas.....	33
4.5 Acciones correctivas.....	34
4.5.1 Metodología 5W's + 2H's.....	34
4.5.2 Implementación de 5's.....	37
4.5.3 Mejora de VSM.....	41
4.5.4 Mantenimiento autónomo.....	43
4.5.5 Hoja de observación de operaciones.....	45
4.6 Resultado del mes de noviembre (después de las actividades correctivas) respecto al FTT.....	47
<b>V. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y EXPERIENCIA PROFESIONAL ADQUIRIDA</b> .....	50
<b>VI. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS</b> .....	51
<b>VII. FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	52

	Pág.
<b>Anexo 1.</b> Principales defectos del RQT.....	53
<b>Anexo 2.</b> Hoja de seguimiento de mantenimiento autónomo.....	55
<b>Anexo 3.</b> Procedimiento de bloqueo de energías.....	56
<b>Anexo 4.</b> HME ensamble 1 actual.....	57
<b>Anexo 5.</b> HME Molding actual.....	58
<b>Anexo 6.</b> Carta de aceptación por parte de la empresa para la residencia profesional.....	59
<b>Anexo 7.</b> Carta de terminación por parte de la empresa para la residencia profesional.....	60



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Organigrama de la empresa y del área de residencia.....	4
<b>Figura 2.</b> Pilares WCM.....	8
<b>Figura 3.</b> Ejemplo de diagrama de Pareto .....	9
<b>Figura 4.</b> Ejemplo de diagrama de Ishikawa.....	10
<b>Figura 5.</b> Ejemplo de diagrama de afinidad. ....	11
<b>Figura 6.</b> Ejemplo de diagrama de flujo.....	12
<b>Figura 7.</b> Boceto de un diagrama de árbol. ....	13
<b>Figura 8.</b> Metodología 5W + 2H.....	14
<b>Figura 9.</b> Faces de 5´s.....	17
<b>Figura 10.</b> RQT-UPPER RR.....	19
<b>Figura 11.</b> Transverse de GM.....	19
<b>Figura 12.</b> Principales defectos del RQT.....	20
<b>Figura 13.</b> Establecimiento de objetivos y un forecast. ....	21
<b>Figura 14.</b> PDCA.....	22

	Pág.
<b>Figura 15.</b> Histograma de FTT para la pieza RH y LH del trimestre agosto-octubre.....	23
<b>Figura 16.</b> Pareto RQT Derecho (RH).....	24
<b>Figura 17.</b> Pareto RQT Izquierdo (LH).....	24
<b>Figura 18.</b> Total de afectaciones por manejo de las piezas RH y LH.....	25
<b>Figura 19.</b> Mapa de procesos. ....	26
<b>Figura 20.</b> Diagrama de Ishikawa del defecto por manejo.....	27
<b>Figura 21.</b> Diagrama de afinidad del defecto por manejo.....	28
<b>Figura 22.</b> Árbol de factores de la membrana.....	29
<b>Figura 23.</b> Árbol de factores del molding.....	30
<b>Figura 24.</b> Árbol de factores del método de transporte.....	31
<b>Figura 25.</b> Árbol de factores de la habilidad del operador.....	32
<b>Figura 26.</b> Resumen de factores potenciales.....	33
<b>Figura 27.</b> Matriz de ponderaciones. ....	35
<b>Figura 28.</b> Antes de las 5´s.....	38
<b>Figura 29.</b> Después de la 5´s.....	38

	Pág.
<b>Figura 30.</b> Layout anterior (incluye inspección GP12).....	39
<b>Figura 31.</b> Layout actual (sin inspección GP12).....	40
<b>Figura 32.</b> VSM anterior.....	42
<b>Figura 33.</b> VSM actual.....	42
<b>Figura 34.</b> Hoja de mantenimiento autónomo de ensamble 1.....	43
<b>Figura 35.</b> Hoja de mantenimiento autónomo de ensamble 2 .....	44
<b>Figura 36.</b> Fuentes de energía.....	44
<b>Figura 37.</b> Hoja de observación de operaciones parte 1.....	45
<b>Figura 38.</b> Hoja de observación de operaciones parte 2.....	46
<b>Figura 39.</b> Histograma de resultados generales del FTT total obtenido.....	47
<b>Figura 40.</b> Pareto de los principales defectos del RQT RH del mes de noviembre.....	48
<b>Figura 41.</b> Pareto de los principales defectos del RQT LH del mes de noviembre.....	48
<b>Figura 42.</b> Histograma del comparativo de defectos por daños por manejo del mes de noviembre. ....	49
<b>Figura 43.</b> Defectos por puntos de anodizado.....	53

	Pág.
<b>Figura 44.</b> Defectos por daños por manejo.....	53
<b>Figura 45.</b> Defectos por diferencias de color.....	54
<b>Figura 46.</b> Defectos por líneas de pulido.....	54
<b>Figura 47.</b> Seguimiento de mantenimiento autónomo.....	55
<b>Figura 48.</b> Procedimiento de bloqueo de energías. ....	56
<b>Figura 49.</b> HME Ensamble 1 Actual.....	57
<b>Figura 50.</b> HME Molding Actual.....	58

**ÍNDICE DE TABLAS**

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Acciones correctiva para 5s. ....	36
<b>Tabla 2.</b> Acciones correctivas para el mantenimiento autónomo.....	36
<b>Tabla 3.</b> Acciones correctivas para el formato de observación.....	37

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las empresas se enfrentan a retos y dificultades que deben superar para permanecer competitivas en el mercado actual, en el que es común la aplicación de estrategias encaminadas a disminuir defectos y alcanzar la expansión en nuevos mercados; a la vez que se les exige mantener altos estándares de calidad y procesos flexibles para que puedan responder a cambios en la demanda y requerimientos de los clientes. Es por ello que las empresas, en los últimos años, hacen uso de diversas herramientas de producción para hacer más eficientes sus procesos.

La manufactura de clase mundial (*World Class Manufacturing – WCM*) es un sistema integrado de gestión que sirve para hacer más eficiente los procesos de una empresa mediante la mejora continua de su organización (calidad, producción, seguridad e higiene, entre otros aspectos) promoviendo la competitividad de la empresa. El sistema WCM es muy empleado en la industria automotriz, se enfoca en la filosofía Kaizen y considera otras herramientas para su aplicación, por ejemplo *Total Quality Control*, *Total Productive Maintenance*, *Lean Manufacturing System*, entre otros.

Dentro de este panorama, específicamente, *Lean Manufacturing System* (sistema de producción ajustada o manufactura esbelta) es una herramienta de gestión cuyo objetivo es eliminar todo tipo de desperdicios y actividades que absorben recursos y no crean valor a los procesos logrando con ello más beneficios en la productividad, competitividad y rentabilidad de la empresa. Es otras palabras, *Lean Manufacturing*, hace referencia a contar con una empresa o procesos libres de ineficiencias y/o desperdicios ya que propicia a que funciona con el mínimo de recursos disponibles.

Por otro lado, se necesita cada vez con mayor urgencia el disponer de la información útil, relevante y fiable para facilitar la toma de decisiones acertadas en el control y seguimiento de los procesos o actividades mediante el uso de indicadores. De ahí, que los últimos años se esté utilizando con gran insistencia por las empresas herramientas de mejora continua. Estas herramientas traducen la estrategia de la empresa que informa de la consecución de los objetivos fijados y de las causas que provocan los resultados obtenidos, permitiendo la identificación y previsión de las posibles desviaciones que se puedan producir, con el fin de tomar las medidas

previsoras o correctoras. Dentro de estas herramientas para alcanzar la mejora continua se tienen las herramientas administrativas y estadísticas de la calidad.

Minth México Coatings tiene diversas áreas donde los principales problemas son el retrabajo, la improductividad y la falta de material. Una de las áreas con mayor problemática es el ensamble de GM (General Motors) donde se producen las piezas RQT-UPPER.

En este trabajo, se determinan actividades específicas para lograr la mejora continua del proceso de ensamble GM para las piezas RQT-UPPER a través del incremento del FTT (*First Time Through* – piezas bien a la primera) para estandarizar la línea. Para lo anterior, se emplearon herramientas como diagramas de Pareto, diagramas de afinidad, método de lluvia de ideas, diagramas de flujo y diagramas de árbol para determinar los factores potenciales a resolver. Así mismo se emplearon técnicas de análisis de problemas como 5W+2H, MA y 5s para elaborar un plan de actividades para acciones correctivas.

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

MINTH México Coatings inicio operaciones en los años 90's, con sede en el país de China, desarrollando piezas de automóvil exteriores del vehículo de pasajeros en la China continental y en pocos años ha llegado a ser un proveedor líder en el diseño, fabricación y venta de piezas estructurales de carrocería, guarniciones y piezas decorativas de vehículos de pasajeros para diversas marcas de fabricantes de automóviles. En México y específicamente en el Estado de Aguascalientes, la empresa Minth México Coatings se encuentra ubicada en el Parque Industrial Siglo XXI al sur de la capital del estado y se dedica a la fabricación de piezas de aluminio para los clientes General Motors, Audi, Mercedes Benz, Volkswagen y Nissan.

El presente proyecto de residencia se llevó a cabo en el área de materiales, la cual se encarga de la planeación y control de los materiales, las compras internacionales y locales, el tráfico, el almacén y el control de calidad. Las funciones que se desempeñaron durante la presente residencia se enfocaron a determinar actividades específicas para lograr la mejora continua del proceso de ensamble GM para las piezas RQT-UPPER, esto es, actualizar formatos de operación (hojas de

operación estándar – HME), implementar el mantenimiento autónomo (MA), y la metodología 5s a través de mapas del flujo de valor (*Value Stream Mapping* – VSM). Sus políticas de misión, visión, valores y principales clientes de la empresa son:

### *Misión*

Hacer automóviles ligeros, lujosos y más inteligentes.

### *Visión*

Creamos belleza en movimiento con inteligencia

### *Valores*

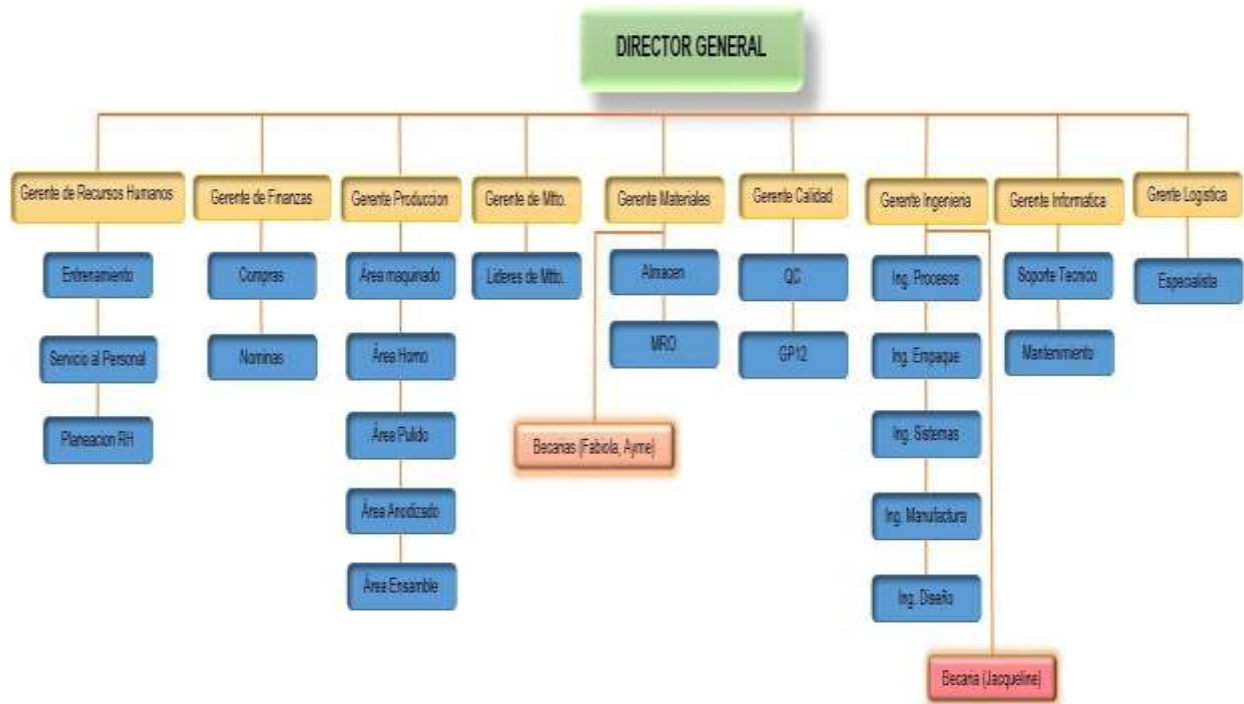
- Integridad: Asumir la responsabilidad, actuar con ética y mostrar honestidad y justicia en cada situación.
- Confianza: Tener personas trabajando juntas basadas en la confianza y el respeto mutuo.
- Trabajo en equipo: Trabajando juntos de una manera colaborativa; aprovechando el poder de la diversidad y mostrando una unidad de visión; complementando nuestras propias ideas y habilidades con otros para cumplir nuestro objetivo comercial.
- Aceptar el cambio: Aceptamos el cambio positivo como una constante y los vemos como oportunidades para avanzar en nuestra organización y satisfacer las necesidades de nuestros clientes. Sin cambio no puede haber mejora.

### *Principales clientes de la empresa*

General Motors, Audi, Mercedes Benz, Volkswagen y Nissan.

En la Figura 1 se presenta el organigrama de la empresa y el área de trabajo del residente. Las funciones del residente son propias del proyecto de residencia y se enfoca a la mejora continua del área de ensamble aplicando conceptos generales de WCM y *Lean Manufacturing*.





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

## 1.2 Problema(s) a resolver

La mayoría de las empresas del giro automotriz implementan modelos de mejora continua dentro de sus procesos para lograr ser más competitivas y mantener altos estándares de calidad. Dentro de las acciones que comúnmente son empleadas se encuentran los modelos de *WCM* y a *Lean Manufacturing*. Dentro de Minth México Coatings se desea implementar herramientas que propicien la mejora continua en el área de ensamble GM para las piezas RQT-UPPER utilizando el modelo *WCM* encaminado a *Lean Manufacturing* para eliminar los principales problemas en la línea de ensamble e incrementar el FTT de la línea:

- Actualización de las hojas de operación estandar (HME) para controlar las actividades del operador y definir el método de transporte de las piezas.
- Modificación de la línea de ensamble, para disminuir el tiempo de proceso de la pieza.
- Implementación del mantenimiento autónomo de la línea, para involucrar al operador dentro del proceso.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo general

Implementar la metodología *WCM* enfocada en *Lean Manufacturing* para implementar acciones de mejora continua dentro del proceso de ensamble GM para las piezas RQT-UPPER mediante el uso de herramientas administrativas y estadísticas y técnicas de análisis de problemas e incrementar el FTT de la línea.

### 1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar los factores potenciales a resolver empleando herramientas administrativas y estadísticas:
  - Diagramas de Pareto.
  - Diagramas de afinidad.
  - Diagrama Ishikawa
  - Diagramas de flujo.
  - Diagramas de árbol.
2. Emplear técnicas de análisis de problemas para elaborar un plan de actividades para acciones correctivas:
  - 5W+2H.
  - PDCA
  - 5s.
3. Implementar acciones específicas de mejora continua dentro del proceso de ensamble para incrementar el FTT:
  - Actualización de HME.
  - Implementación de mantenimiento autónomo.
  - Actualización de VSM.

#### **1.4 Justificación**

El presente trabajo tiene como objetivo principal el implementar acciones de mejora continua dentro de la línea de ensamble GM para las piezas RQT-UPPER e incrementar el FTT. En particular, el departamento de producción de ensamble quiere mejorar el cumplimiento del FTT, para así reducir el defecto por manejo de la pieza, cumplir con la cantidad piezas por hora y aprovechar el rendimiento de la línea de producción, respetando el criterio de entrega del cliente, que sea cuando la necesita y en la cantidad que la necesita.

El alcanzar los objetivos propuestos permitirá cumplir con los tiempos de entrega, generara una disminución de los tiempos de proceso, aumentara la productividad y se obtendrán los niveles de calidad requeridos. También permitirá realizar un seguimiento a la programación del mantenimiento autónomo (el cual es ejecutado en conjunto con producción), implementar una hoja de observación de la operación para aumentar el FTT y estandarizar la línea.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 World Class Manufacturing

*World Class Manufacturing (WCM)* es una metodología empleada comúnmente en la industria que se enfoca a la manufactura de productos y que les permite lograr estándares de eficiencia y calidad permitiéndoles competir dentro de mercados internacionales sin importar ubicación geográfica, tamaño y lengua. Permite incorporar modelos de mejora continua en los procesos.<sup>1</sup>

La idea del World Class Manufacturing (WCM), desarrolla por Richard J. Schonberger (en los años 80), que recoge varios casos y experiencias de organizaciones que habían implantado los enfoques japoneses de la mejora continua "Kaizen" adoptándolos al contexto occidental. WCM considera conceptos de los programas TQC (*Total Quality Control*), TPM (*Total Productive Maintenance*), TIE (*Total Industrial Engineering*), *Lean Manufacturing System* y Seis Sigma.

Su implantación, está respaldado por un Sistema de auditorías. Está estructurado por objetivos cuyo logro se mide mediante indicadores de resultados (KPI).<sup>1</sup>

### 2.2 Lean Manufacturing System

*Lean manufacturing (LM)* es una filosofía de producción, una manera de conceptualizar el proceso de producción, desde la materia prima o solicitud de compra hasta el producto terminado para satisfacer al cliente final. Lean es una forma diferente de pensar sobre cómo hacer negocios.<sup>1</sup> Para implementar esta metodología en un área de producción, de servicio o diseño, se tiene una serie de pasos ya establecidos que pueden expresarse de diferentes formas, pero todos siguen un mismo fin.

Liker (2006) describe la manera en que la empresa automotriz Toyota implementa LM a través de 14 principios englobados en 4 categorías: filosofía a largo plazo, el proceso correcto debe producir los resultados correctos, agregar valor a la

organización por medio del desarrollo de su gente y de sus socios, y, por último, resolver problemas de raíz e impulsar continuamente el aprendizaje de la organización. Se debe recalcar que la gente es quien brinda la vida al sistema: lo trabaja, se comunica, resuelve los problemas y crece en conjunto.<sup>2</sup>

Una de las filosofías de *Lean Manufacturing* está enfocada en solo 10 pilares llamado WCM (*World Class Manufacturing*) enfocado a la herramienta SQCD, ver Figura 2.<sup>1</sup>



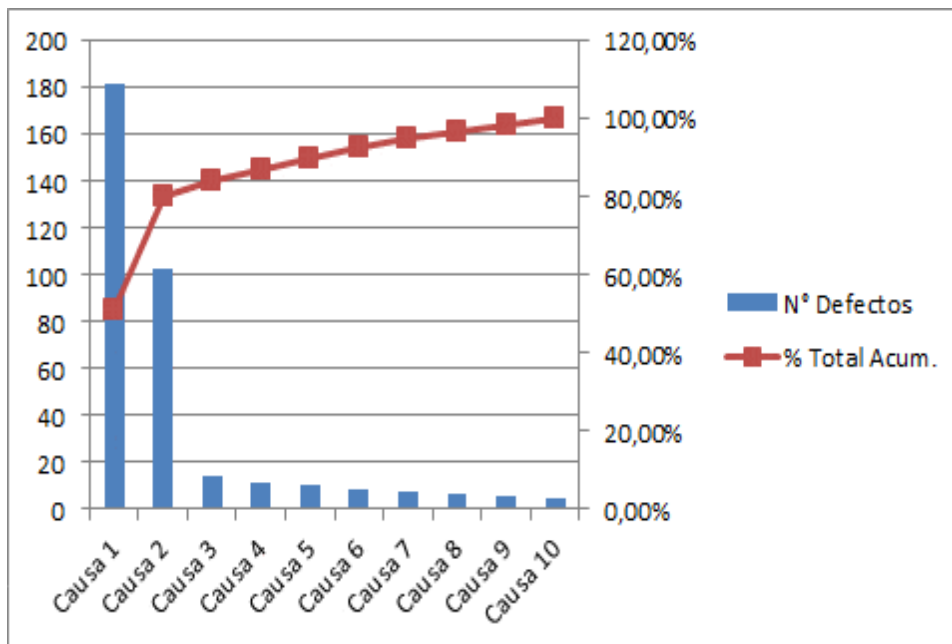
**Figura 2:** Pilares WCM.

## 2.3 Herramientas administrativas y estadísticas de calidad

### 2.3.1 Diagramas de Pareto

Es utilizado para determinar prioridades para ciertas actividades que impulsen el control total de la calidad, es una gráfica de barras que muestra la frecuencia relativa de problemas en un proceso. El diagrama Pareto ordena las causas según su importancia de mayor a menor, lo que muestra claramente que algunas destacan mucho más que las otras. Así el 80% de los accidentes y el 20% el que no muestra significancia.<sup>3</sup>

En la Figura 3 se presenta un esquema tradicional de un diagrama de Pareto donde se grafican los números de defectos y el indicador de total acumulado.



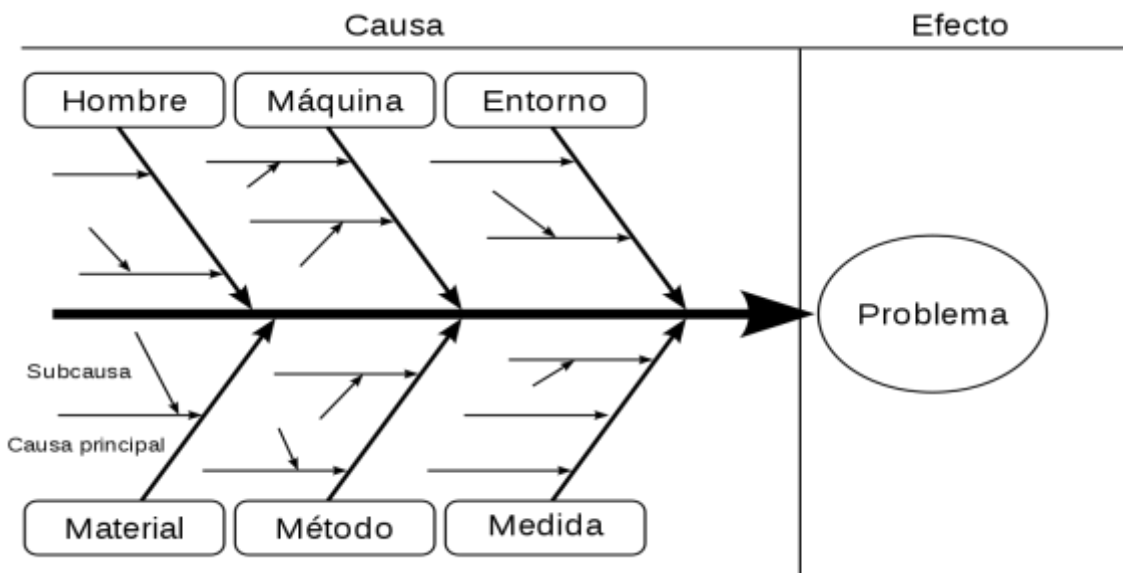
**Figura 3:** Ejemplo de diagrama de Pareto.

### 2.3.2 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de análisis causal fue inicialmente desarrollado por el profesor Kaoru Ishikawa de la Universidad de Tokyo y fue utilizado por primera vez en 1953 en Japón por la compañía Acerera Kawasaki. Su propósito es proveer una vista grafica de una lista en donde se puedan identificar y organizar posibles causas a problemas para seguir el éxito dentro de algún proyecto.<sup>3</sup>

El uso de este diagrama ayuda a entender los problemas complejos de calidad. La utilización sistemática de esta técnica permite realizar un análisis exhaustivo del problema y hace posible, además, el planteamiento de las soluciones más idóneas para las causas principales y secundarias más importantes. Este diagrama es el resultado de la implementación de la técnica de *brainstorming* en donde todos los miembros del grupo ofrecen ideas innovadoras sobre cómo mejorar un producto, proceso o servicio.

En la Figura 4 se presenta un diagrama general de Ishikawa donde se analiza un problema general (efecto) y sus posibles orígenes desde el enfoque de causas producidas por la mano de obra (hombre), maquinaria, medio ambiente (entorno), materiales (materia prima), proceso de producción (método) y método de medición de procesos (medida).

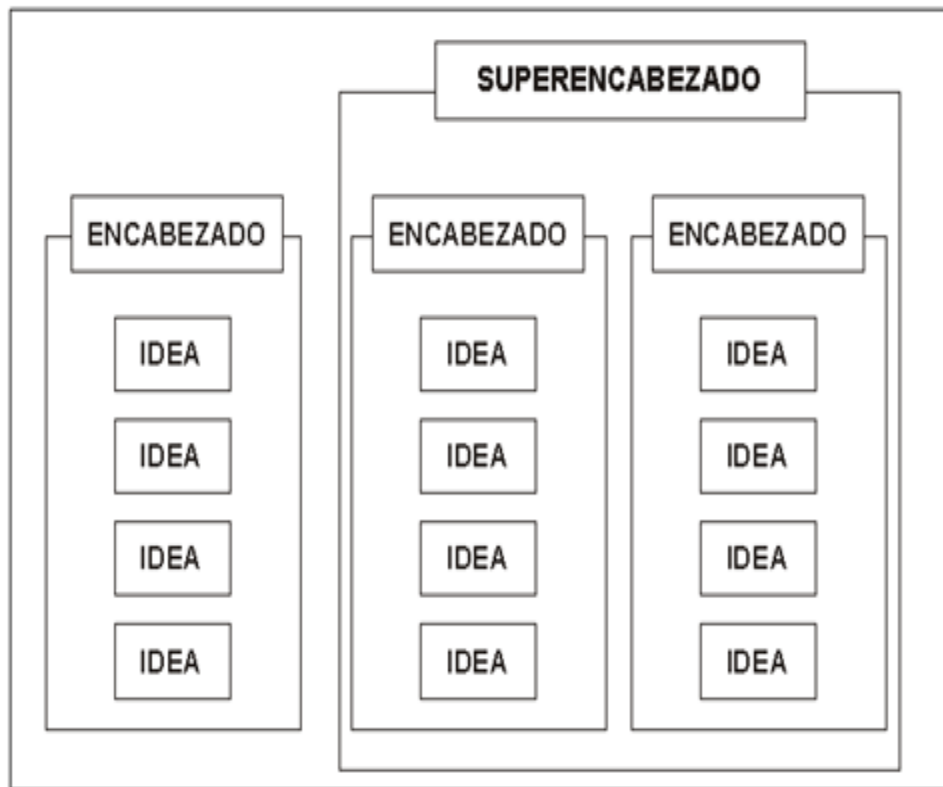


**Figura 4:** Ejemplo de diagrama de Ishikawa

### 2.3.3 Diagramas de afinidad

Es una herramienta que se utiliza para estratificar información (hechos, opiniones e ideas) que se encuentra en estado desorganización, y que se vincula con un problema de calidad. El diagrama de afinidad es un método de categorización en el que los usuarios clasifican varios conceptos en diversas categorías. Este método suele ser utilizado por un equipo para organizar una gran cantidad de datos de acuerdo con las relaciones naturales entre los mismos.<sup>4</sup>

En la Figura 5 se presenta un diagrama típico de afinidad donde se analizan problemas (encabezados) y se registran ideas de posibles causales del problema en cuestión.



**Figura 5:** Ejemplo de diagrama de afinidad.



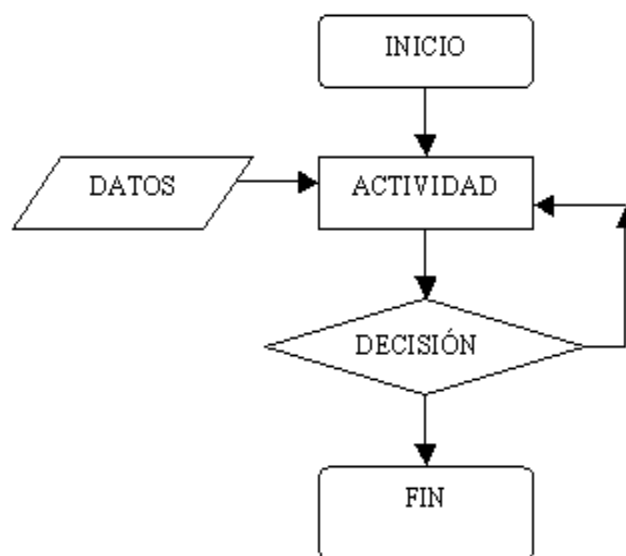
### 2.3.4 Diagramas de flujo

Es la representación gráfica de las operaciones o actividades de un proceso parcial o completo o de la secuencia de instrucciones de un algoritmo. Un diagrama de flujo presenta normalmente un único punto de inicio y un punto de cierre. Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa.<sup>5</sup>

Un diagrama de flujo:

- Proporciona información sobre los procesos de forma clara, ordenada y breve.
- Facilita la comprensión de la secuencia de un proceso ya que ofrece una descripción visual de las actividades que intervienen en él y las relaciones que existen entre las mismas.
- Estimula el pensamiento analítico en el momento de estudiar un proceso, haciendo más factible generar alternativas útiles.
- Proporciona un método de comunicación más eficaz, al introducir un lenguaje común.

En la Figura 6 se presenta un esquema general de un diagrama de flujo. Se observa un ciclo de actividades con un inicio y un fin.

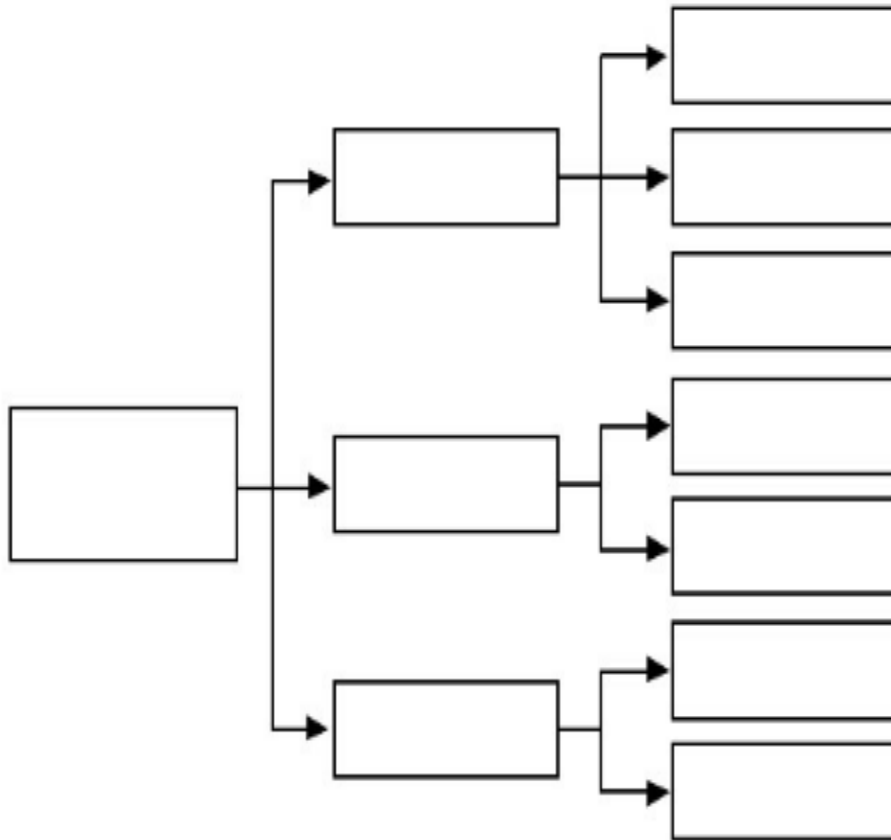


**Figura 6:** Ejemplo de diagrama de flujo.

### 2.3.5 Diagramas de árbol

También llamado árbol de factores. Un árbol de decisión es un mapa de los posibles resultados de una serie de decisiones relacionadas. Permite que un individuo o una organización comparen posibles acciones entre sí según sus costos, probabilidades y beneficios. Se pueden usar para dirigir un intercambio de ideas informal o trazar un algoritmo que anticipe matemáticamente la mejor opción.<sup>6</sup>

En la Figura 7 se presenta un diseño de un diagrama de árbol donde se trazan en forma sistemática el rango de actividades que se tienen que realizar para conseguir el objetivo planteado.



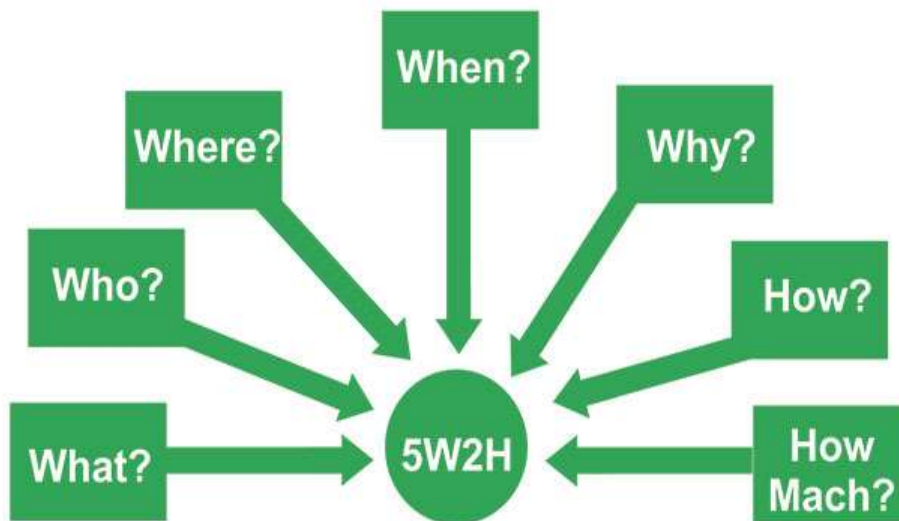
**Figura 7:** Boceto de un diagrama de árbol.

## 2.4 Técnicas de análisis de problemas

### 2.4.1 5W + 2H

Los Cinco Por Qué, es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la fase de análisis de problemas para buscar posibles causas principales de un problema. Durante esta fase, los miembros del equipo pueden sentir que tienen suficientes respuestas a sus preguntas. Lo anterior, podría resultar en una falla al identificar las causas principales más probables del problema, debido a que el equipo ha fallado en buscar con suficiente profundidad. La técnica requiere que el equipo pregunte “Por Qué” al menos cinco veces, o trabaje a través de cinco niveles de detalle. Una vez que sea difícil para el equipo responder al “Por Qué”, la causa más probable habrá sido identificada.<sup>7</sup>

Esta técnica debe responder las preguntas ¿Qué? (*what*), ¿Cuándo? (*when*), ¿Dónde? (*where*), ¿Quién? (*who*), ¿Porque? (*why*), ¿Cómo? (*how*) y ¿Cuánto? (*How much*), ver Figura 8.



**Figura 8:** Metodología 5W + 2H.

### **2.4.2 Modelo TPM**

El Mantenimiento Productivo Total TPM (*Total Productive Maintenance*) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios.

Para ello, el TPM se propone cuatro objetivos:

- Maximizar la eficacia del equipo.
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida útil del equipo que se inicie en el mismo momento de diseño de la máquina (diseño libre de mantenimiento) y que incluirá a lo largo de toda su vida acciones de mantenimiento preventivo sistematizado y mejora de la mantenibilidad mediante reparaciones o modificaciones.
- Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos.
- Implicar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios, incluyendo mantenimiento autónomo de empleados y actividades en pequeños grupos.<sup>8</sup>

### **2.4.3 PDCA.**

Dentro de las técnicas de la calidad se considera que el análisis mediante el Ciclo PDCA, conocido como círculo de Deming, es una de las técnicas fundamentales a la hora de identificar y corregir los defectos. En el entorno *Lean Manufacturing*, el ciclo planificar-ejecutar-verificar-actuar debe guiar todo el proceso de mejora continua, tanto en las mejoras drásticas o radicales como en las pequeñas mejoras: P (plan), diagnosticar los problemas, definir los objetivos y la estrategia para abordarlos; D (do), llevar a cabo el plan, C (control), analizar los resultados; y A (act), ajustar, aprender de la experiencia, sacar conclusiones y realizar una nueva P o pasar a la S, al estándar, si se han cubierto los objetivos.<sup>4</sup>

## **2.5 Modelos implementados**

### **2.5.1 5s.**

Forman una parte esencial para la implantación de cualquier programa de manufactura esbelta, pues implica sumar esfuerzos para lograr beneficios, manteniendo un lugar de trabajo bajo condiciones tales que logren contribuir a la disminución de desperdicios y reprocesos, así como mejorar la moral del personal.<sup>3</sup>

Es una concepción ligada a la orientación hacia la calidad total que se originó en el Japón bajo la visión de DEMING hace más de cuarenta años y que está incluida dentro de lo que se conoce como mejora continua. El concepto 5´s en esencia se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo clasificado, organizado, limpio, con disciplina y estandarización, se trata de imprimirle mayor calidad de vida al trabajo, puesto que es una mejora realizada por la gente para la gente.

La implantación de las 5S sigue normalmente un proceso de cinco pasos cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos. La dirección de la empresa ha de estar convencida de que las 5S suponen una inversión de tiempo por parte de los operarios y la aparición de unas actividades que deberán mantenerse en el tiempo. Además, se debe preparar un material didáctico para explicar a los operarios la importancia de las 5S y los conceptos básicos de la metodología. Para empezar la implantación de las 5S, habrá que escoger un área piloto y concentrarse en ella, porque servirá como aprendizaje y punto de partida para el despliegue al resto de la organización.<sup>3</sup>

Es por esto que es de suma importancia la aplicación de la estrategia de las 5S como inicio del camino hacia una cultura Lean. El gráfico 9 resume los principios básicos y su implantación en cinco pasos o fases:



**Figura 9: Facas de 5´s**

### 2.5.2 Mantenimiento Autónomo

Es un elemento básico del mantenimiento productivo total. Se pueden prevenir perdidas de equipo relacionadas con paros, perdida de velocidad y defectos de calidad mediante el direccionamiento de condiciones anormales que trabajan con tales perdidas: inadecuada o falta de lubricación, desgaste excesivo debido a la contaminación de la suciedad, pernos flojos o falta de estos.

El mantenimiento autónomo se encarga en tener en óptimas condiciones el equipo con el fin de prevenir las pérdidas antes mencionadas. Este mantenimiento se ha probado que ayuda especialmente a reducir los paros y los problemas de calidad que interrumpen el flujo continuo.<sup>8</sup>

### 2.5.3 HME

Para lograr la condición óptima en las líneas de producción se utiliza un formato denominado HME (Hoja Maestra Estándar), este formato detalla claramente cuáles son los movimientos u operaciones deben ser realizadas para el ensamble del producto, en que secuencia, que componentes deben de ser los que intervienen. Este formato se encuentra al alcance del operario para ser consultado en el momento requerido, es decir, se encuentra en el tablero de producción, principalmente porque este es un

documento propio del operador, dado que el esquién realiza el ensamble, buscando que siempre le conozca el proceso, hay ocasiones que el operador es hábil y tiene ya experiencia en el proceso, pero siempre debe de tener en cuenta su HME, en ocasiones es nuevo el operador, para esto está este documento también, para poder capacitar al operador en cuestión.

Las HME describen de manera accesible y detallada la información necesaria para que cualquier persona pueda realizar la operación.

Siempre que surja una nueva operación, en el lanzamiento de un nuevo modelo o cuando hay un cambio de ingeniera. Se debe de modificar o actualizar la HME, y capacitar al operador.<sup>9</sup>

#### **2.5.4 VSM**

El mapeo de valor contiene todas las acciones (tanto las que agregan y no agregan valor) requeridas para producir un producto: desde la materia prima, hasta llegar a las manos del cliente. El mapeo de procesos o *Value Stream Mapping* (VSM) se enfoca más al proceso de la producción.<sup>9</sup>

El mapa de la cadena de valor es un modelo gráfico que representa la cadena de valor, mostrando tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. Tiene por objetivo plasmar en un papel, de una manera sencilla, todas las actividades productivas para identificar la cadena de valor y detectar, a nivel global, donde se producen los mayores desperdicios del proceso. El VSM facilita, de forma visual, la identificación de las actividades que no aportan valor añadido al negocio con el fin de eliminarlas y ganar en eficiencia. Es una herramienta sencilla que permite una visión panorámica de toda la cadena de valor.<sup>9</sup>

## 2.6 Pieza a mejorar

### 2.6.1 Pieza RQT-UPPER

Es una pieza ornamental que se ensambla en la parte superior de las ventanas laterales del vehículo *Transverse* de GM, ver Figura 10.



**Figura 10:** RQT-UPPER RR.

En la Figura 11 podemos ver la pieza ya ensamblada en el vehículo *Transverse* de la línea GM.



**Figura 11:** Transverse de GM.



### III. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

En este proyecto se realizaron las siguientes actividades para alcanzar el objetivo planteado.

#### 3.1 Detección de defectos

Se realizó la identificación del principal defecto que se estaba generando en la pieza RQT ensamblada en el lado derecho de la unidad (RH) y colocada en el lado izquierdo del vehículo (LH). En la Figura 12 se presenta un catálogo de los principales defectos por manejo detectados históricamente.

<b>Principales defectos del RQT RH/LH</b>		
Daños por manejo	líneas de pulido	Piel de naranja
Contaminación	Brillo bajo	Polvo de estrella
Incrustaciones	Puntos	Brillo alto
Impan acido	Golpes	Mancha blanca
Marca de agua	Rayas	Lijado de mano
Rasgaduras	Diferencia de color	Strip.
Falta de pulido	Marca de encap	Estrías

**Figura 12:** Principales defectos del RQT

Empleando los datos diarios de FTT de los meses de agosto, septiembre y octubre de 2017, se construyeron histogramas y diagramas.

Con el concentrado del total de todos los defectos se construyeron diagramas de Pareto, tanto para RH como para el LH para analizar cuál de todos los defectos que se presentan en esta pieza es el más frecuente.

Con base a la información analizada, se estableció un plan objetivo y pronósticos (*forecast*) para el mes de octubre de 2017 antes de ejecutar alguna contramedida.

En la Figura 13 se muestran los objetivos que se quieren lograr para aumentar el FTT hasta aproximadamente un 70% para evitar el desvío de recursos por cada una de las piezas que se están re trabajando a causa del daño por manejo en la pieza RQT.

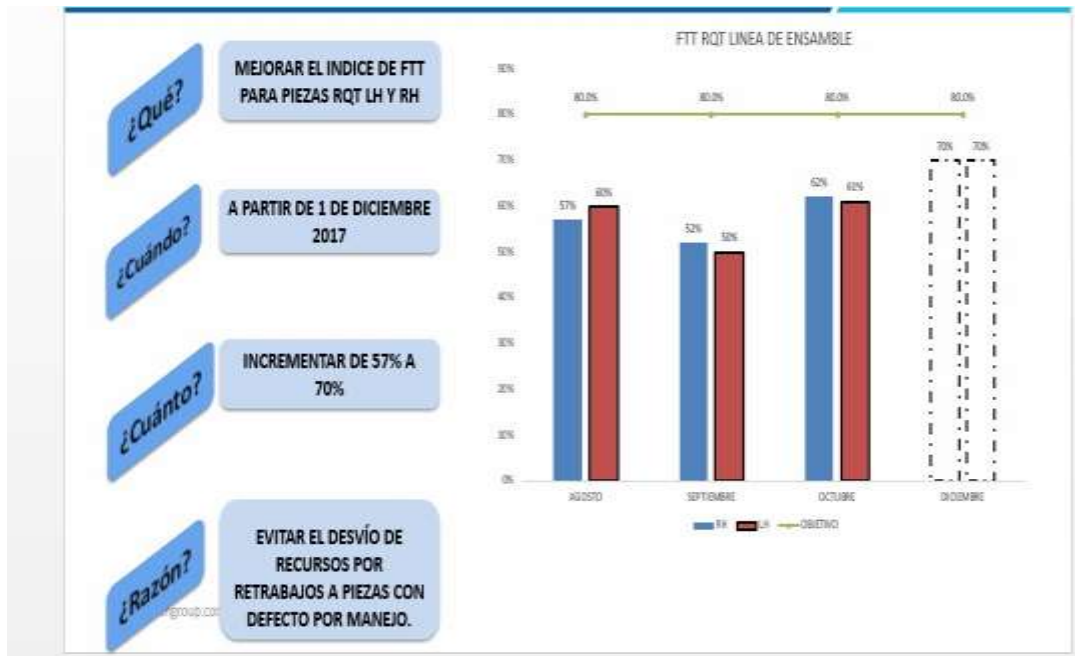


Figura 13: Establecimiento de objetivos y un forecast.

### 3.2 Detección de áreas origen de defectos

Empleando la metodología general existente en la literatura de diagramas de flujo, se elaboró un mapa de procesos para analizar posibles áreas donde se podía generar el defecto de daño por manejo.

### 3.3 Identificación de los aspectos que pudieran estar ocasionando el daño por manejo

Una vez identificado el área donde se presentan los daños por manejo de la pieza, se emplearon las técnicas de diagrama de Ishikawa, afinidad y árbol de factores para determinar los factores potenciales (causa raíz) de los daños por manejo, es decir, los daños por manipulación de la pieza generada por el operador.

### 3.4 Cronograma de actividades

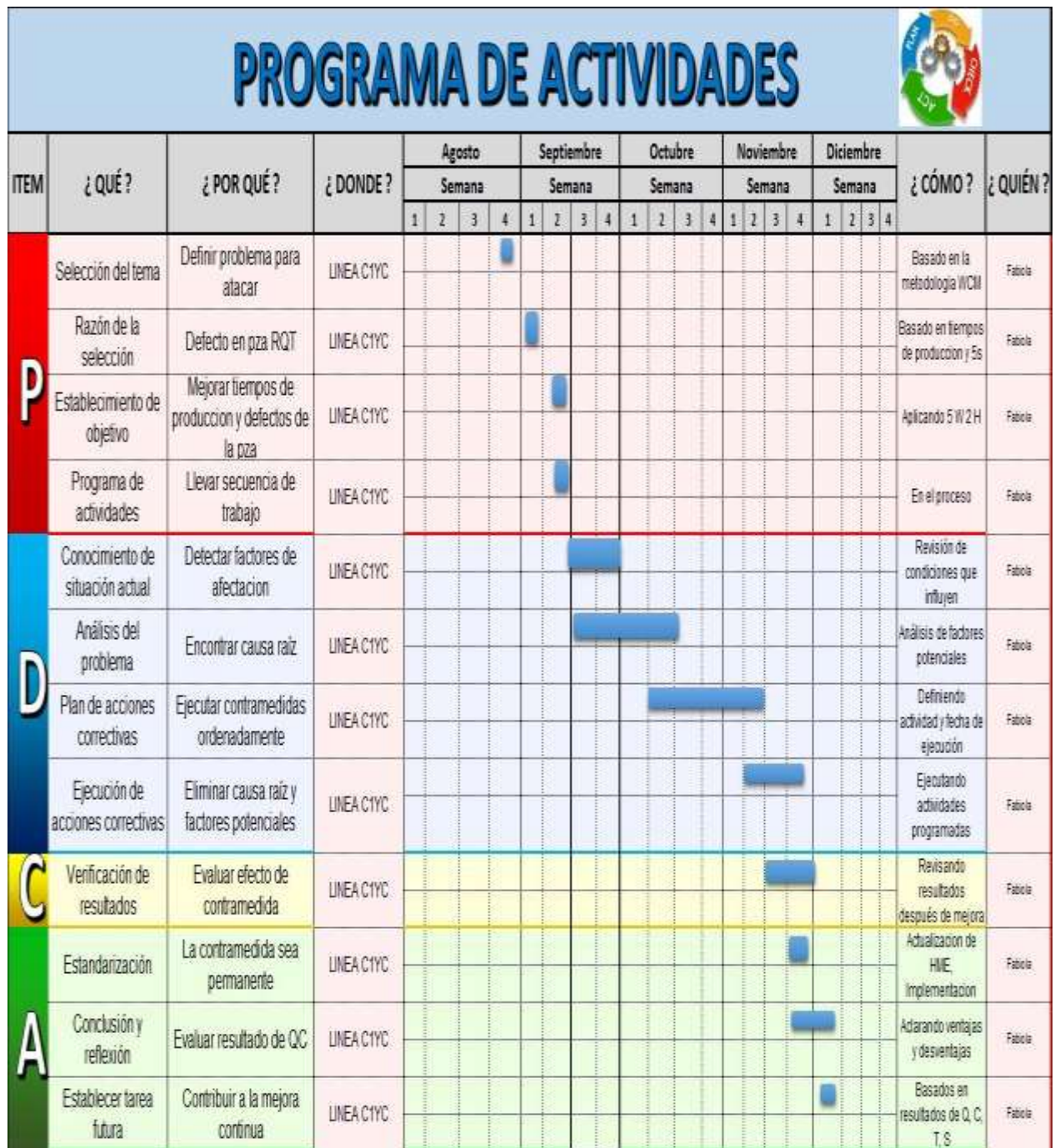
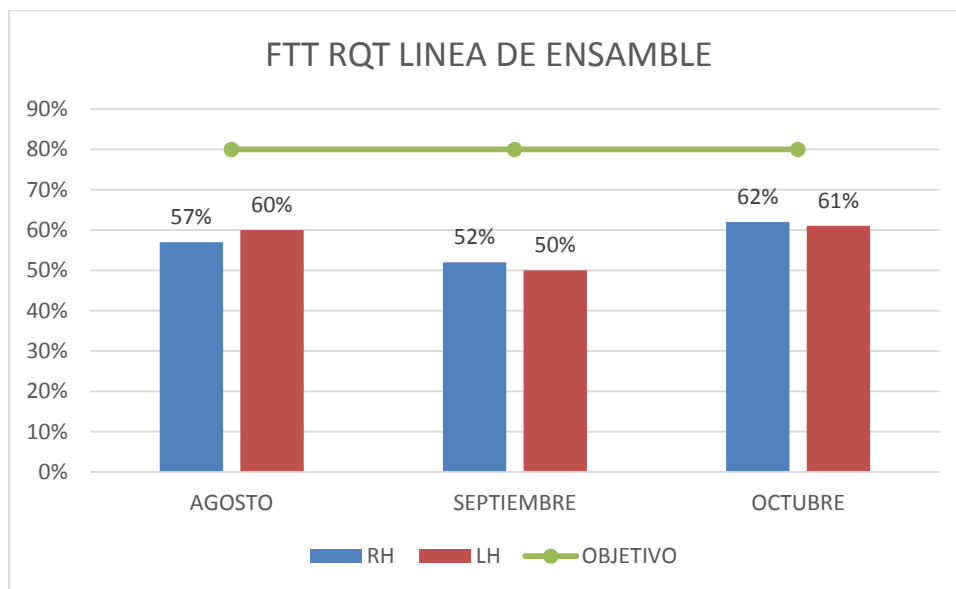


Figura 14: PDCA

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Análisis de defectos a través de histograma y diagramas de Pareto

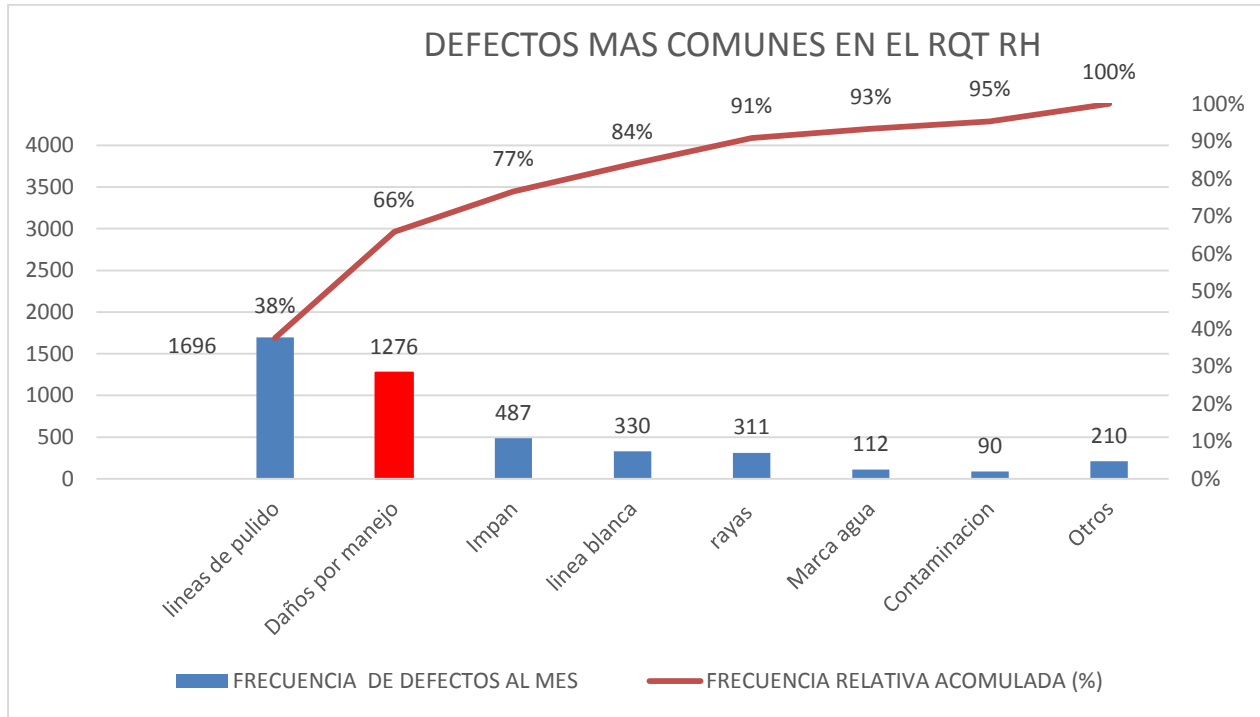
En la Figura 15 se muestra el histograma del total de defectos (también ver Anexo 1) de los meses de agosto, septiembre y octubre de 2017. Los datos fueron tomados del FTT que se realiza diariamente por lo que los porcentajes señalado expresan el porcentaje de piezas sin defectos, esto es, para el mes de octubre para la pieza RH se obtuvo un FTT del 62% por lo que se presentó un 38% de piezas con defectos del total de producción del mes indicado. En promedio, para la pieza RH durante el trimestre en cuestión se obtuvo un FTT del 57% lo que significa un 43% de piezas con defectos.



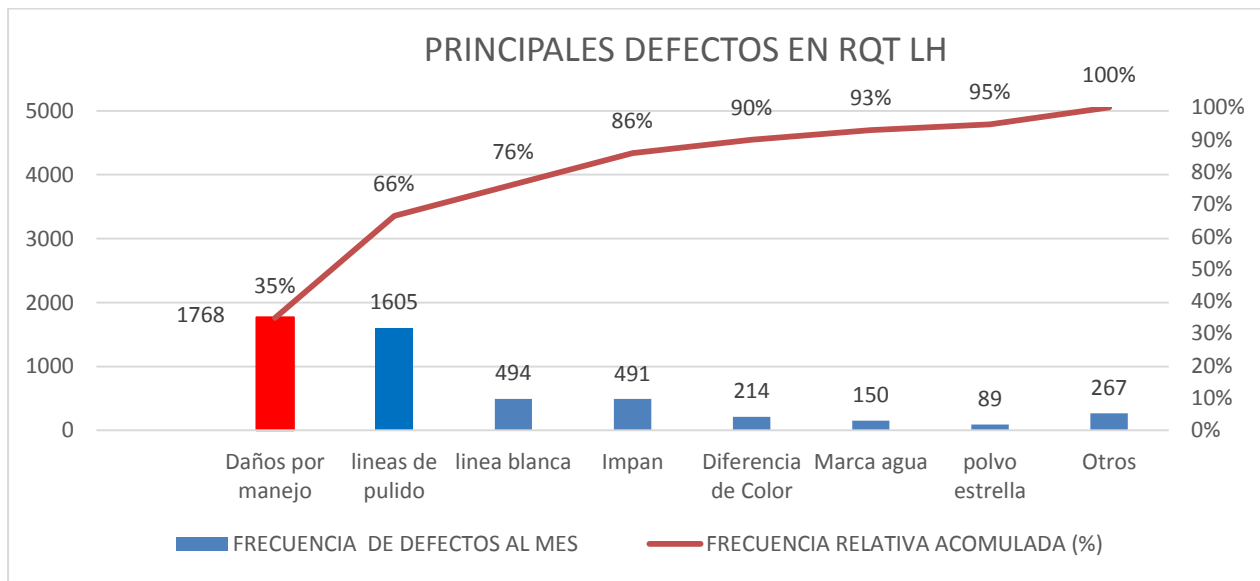
**Figura 15:** Histograma de FTT para la pieza RH y LH del trimestre agosto-octubre.

En la Figura 16 y 17 se presentan los Pareto para las piezas RH y LH respectivamente del mes de octubre. En los diagramas se especifican los defectos más frecuentes que se presentan en la línea de ensamble. Para ambos casos los defectos más comunes fueron los daños por manejo de la pieza y las líneas de pulido.

En el caso de la pieza derecha (RH) se registraron 1696 piezas con defecto de líneas de pulido y 1276 piezas de daños por manejo. Para el caso de la pieza LH fueron 1768 por manejo y 1605 por líneas.

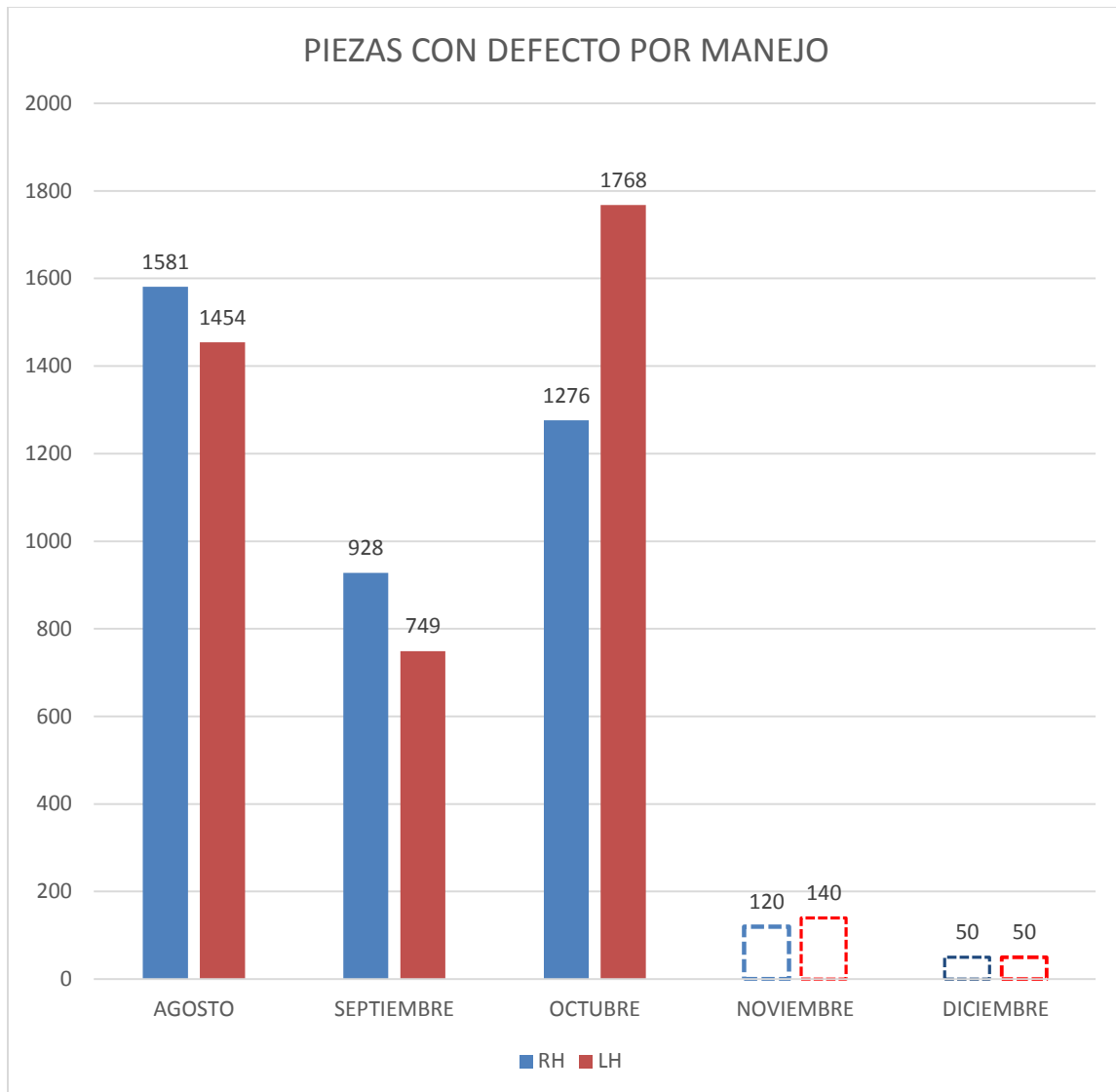


**Figura 16: Pareto RQT Derecho (RH).**



**Figura 17: Pareto RQT Izquierdo (LH).**

En la Figura 18 se muestran el total de piezas con defecto por manejo de los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre, diciembre es una proyección de las piezas que se quiere lograr disminuir con la implementación de este proyecto en nuestra proyección Se observa una sustancial reducción de defectos por manejo de piezas.

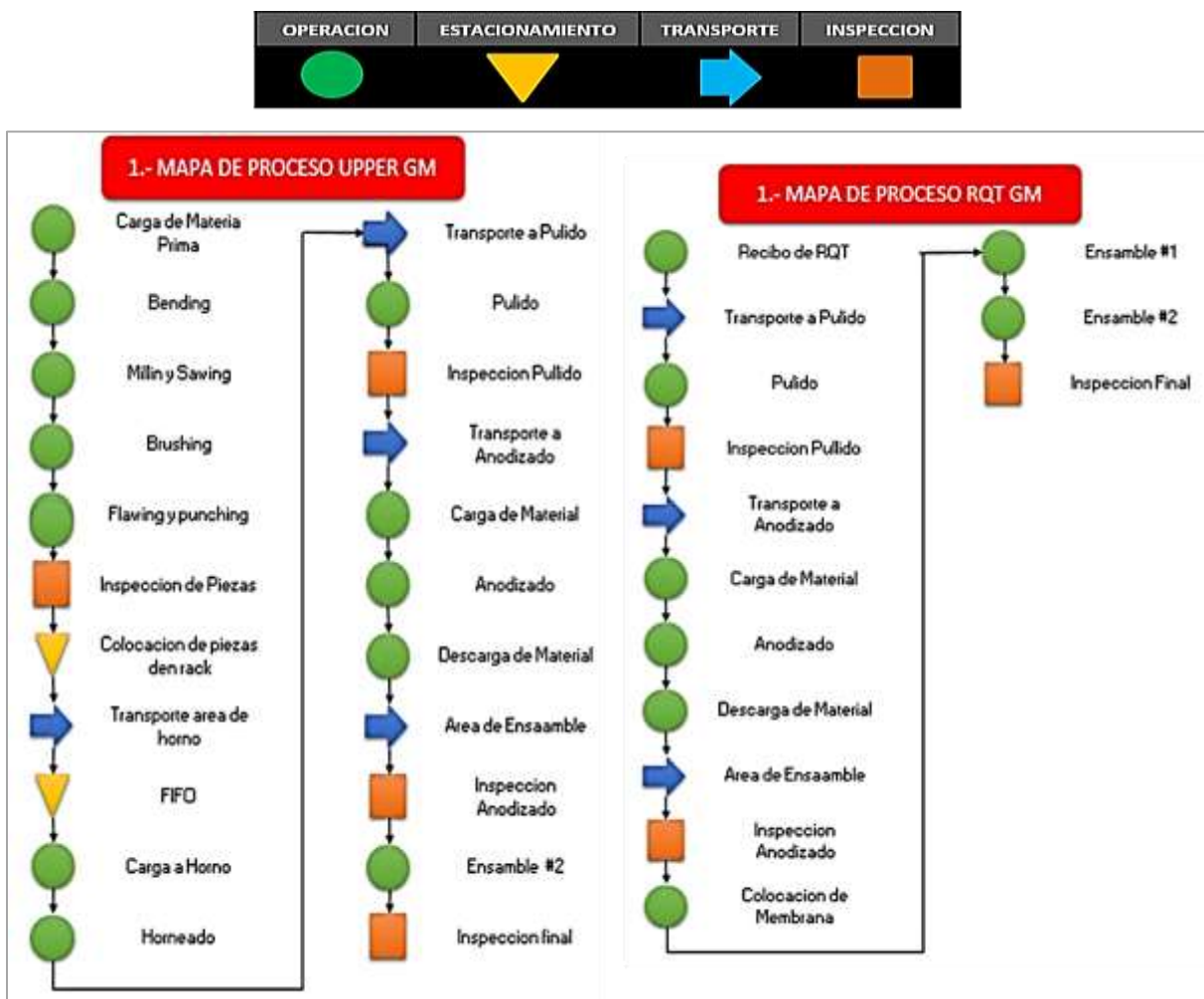


**Figura 18:** Total de afectaciones por manejo de las piezas RH y LH.

## 4.2 Análisis de las áreas problemas

En la Figura 19 se presenta el diagrama de flujo (mapa de procesos) de las áreas donde se genera el defecto de daño por manejo. Se identifican 2 áreas de posible generación de fallas:

- Carga y descarga de pulido-anodizado-ensamble
- Transportación de WIP de pulido ha anodizado, anodizado a ensamble.



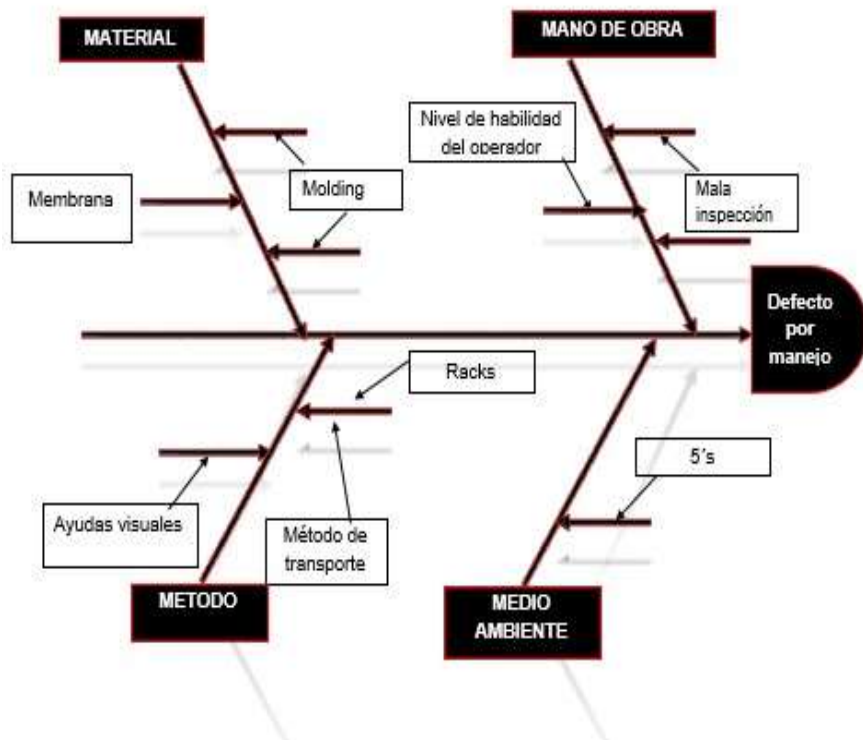
**Figura 19:** Mapa de procesos.



### 4.3 Determinación de factores potenciales que ocasionan los defectos

En la Figura 20 se exhibe el diagrama de Ishikawa para el defecto por manejo (manipulación de la pieza generada por el operador). Se identifican los siguientes factores:

- Mano de obra: falta de capacitación en el operador y al personal de calidad que realiza la inspección final.
- Material: tanto al molding como la membrana son factores ya que al hacer el corte de membrana pueden dañar la pieza y al molding le cortan un exceso de plástico.
- Método: no siguen el procedimiento de mas HME
- Medio ambiente: lugar de trabajo demasiado sucio y sobretodo muy estrecho.



**Figura 20:** Diagrama de Ishikawa del defecto por manejo.



Los resultados del diagrama de Ishikawa se agrupan en un diagrama de afinidad, ver Figura 21. Mediante el uso del diagrama de afinidad se determinaron 5 factores principales que agrupan las 8 ideas (factores afines), las cuales fueron:

1. **Método de transporte:** No hay un mantenimiento para los **racks** como tampoco hay un procedimiento de transporte de la pieza, así como también se presenta debilidad en la colocación de **ayudas visuales**.
2. **Nivel de habilidad del operador:** No hay evaluaciones para los operadores, esto propicia una mala **inspección** y manejo de las piezas.
3. **5's:** Espacios estrechos y al momento de pasar de un ensamble a otro puede chocar con una de las ensambladoras y dañarse.
4. **Membrana:** Posible causa de rayas por incorrecta aplicación.
5. **Molding:** Excesos de plástico en el molding.

En la Figura 21 se muestra el diagrama de afinidad en el cual se enlistan los 5 factores principales que engloban las 8 ideas planteadas en el Ishikawa, además de clasificarlas de acuerdo a las 4 m's.



**Figura 21:** Diagrama de afinidad del defecto por manejo.

Los resultados presentados en el diagrama de afinidad permitieron diseñar diagramas de árbol donde se evaluaron los factores anteriormente mencionados empleando la Norma de referencia contra lo real presente en el proceso.

En la Figura 22 se muestra el análisis del primer factor que ocasiona que se dañe la pieza debido a que el operador no cumple las normas de aplicación de la membrana (plástico que recubre la pieza para ser ensamblada). En particular, el estudio del área de trabajo reveló que el operador cuando realiza el corte de la membrana puede generar el defecto en la pieza.

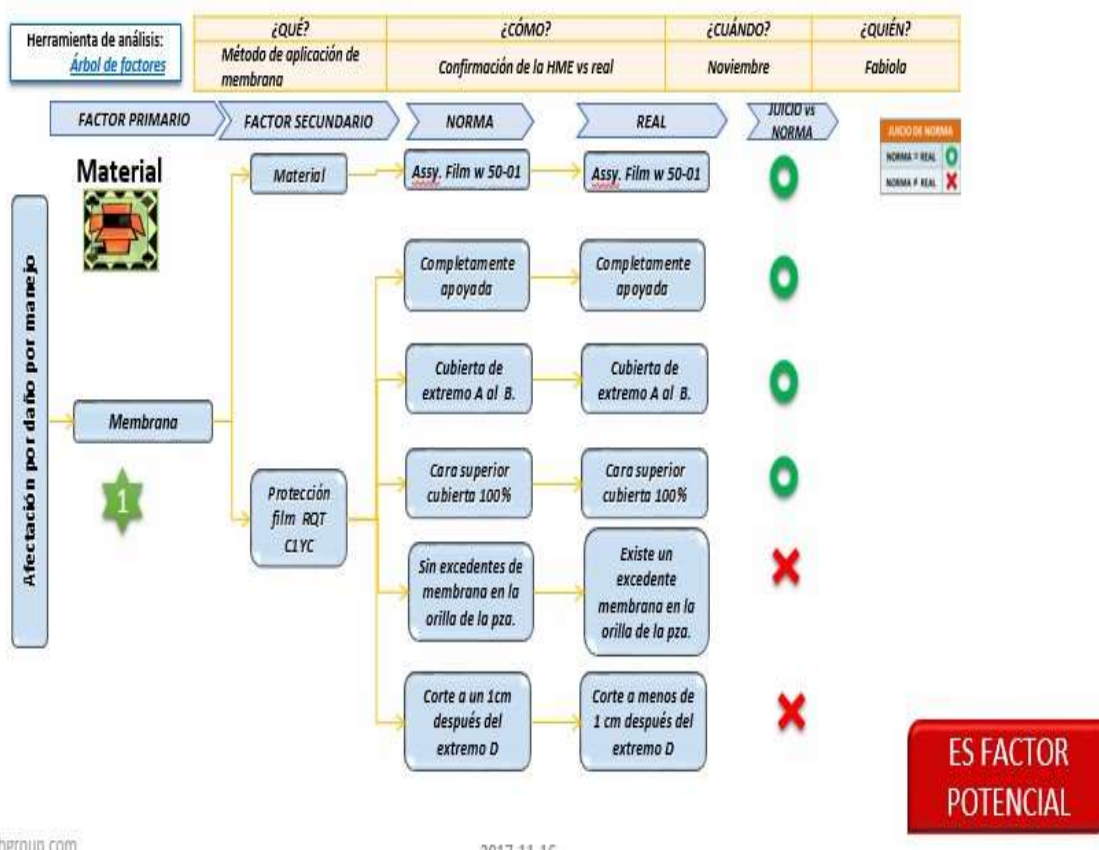


Figura 22: Árbol de factores de la membrana

En la Figura 23 se presenta el siguiente factor referido al molding. Se determina que no es un factor potencial debido a que en la operación se realiza un corte adicional

que no se encuentra especificado en el procedimiento operativo por lo que al no estar especificado en la norma no puede ser evaluado y por lo tanto no es un factor potencial.

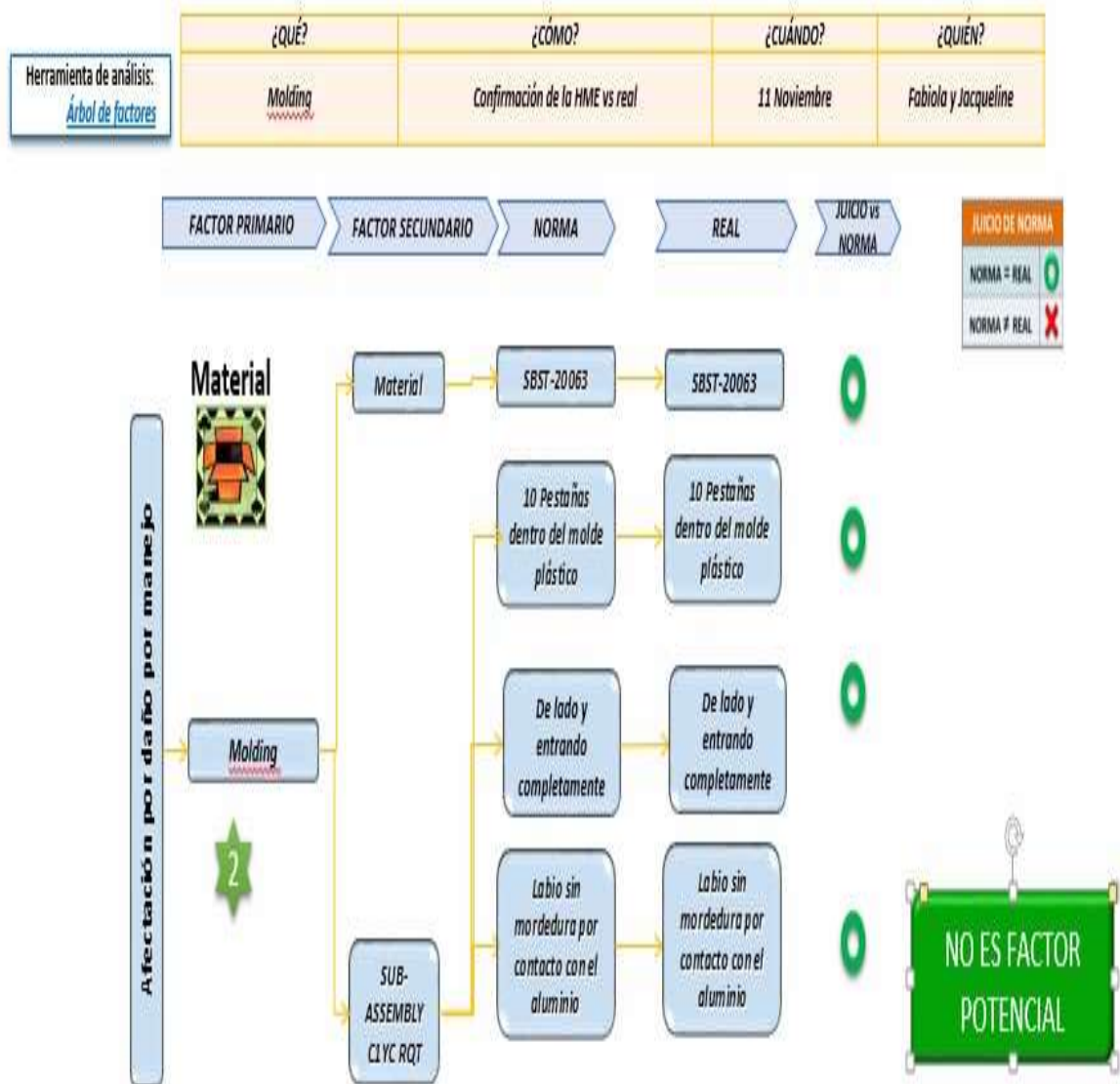


Figura 23: Árbol de factores del molding.

En la Figura 24 se observa el método de transporte. Este factor es potencial porque que no existe un mantenimiento para los rack, que son para el transporte de la pieza, así como tampoco existen ayudas visuales para la adecuada transportación de

las piezas.

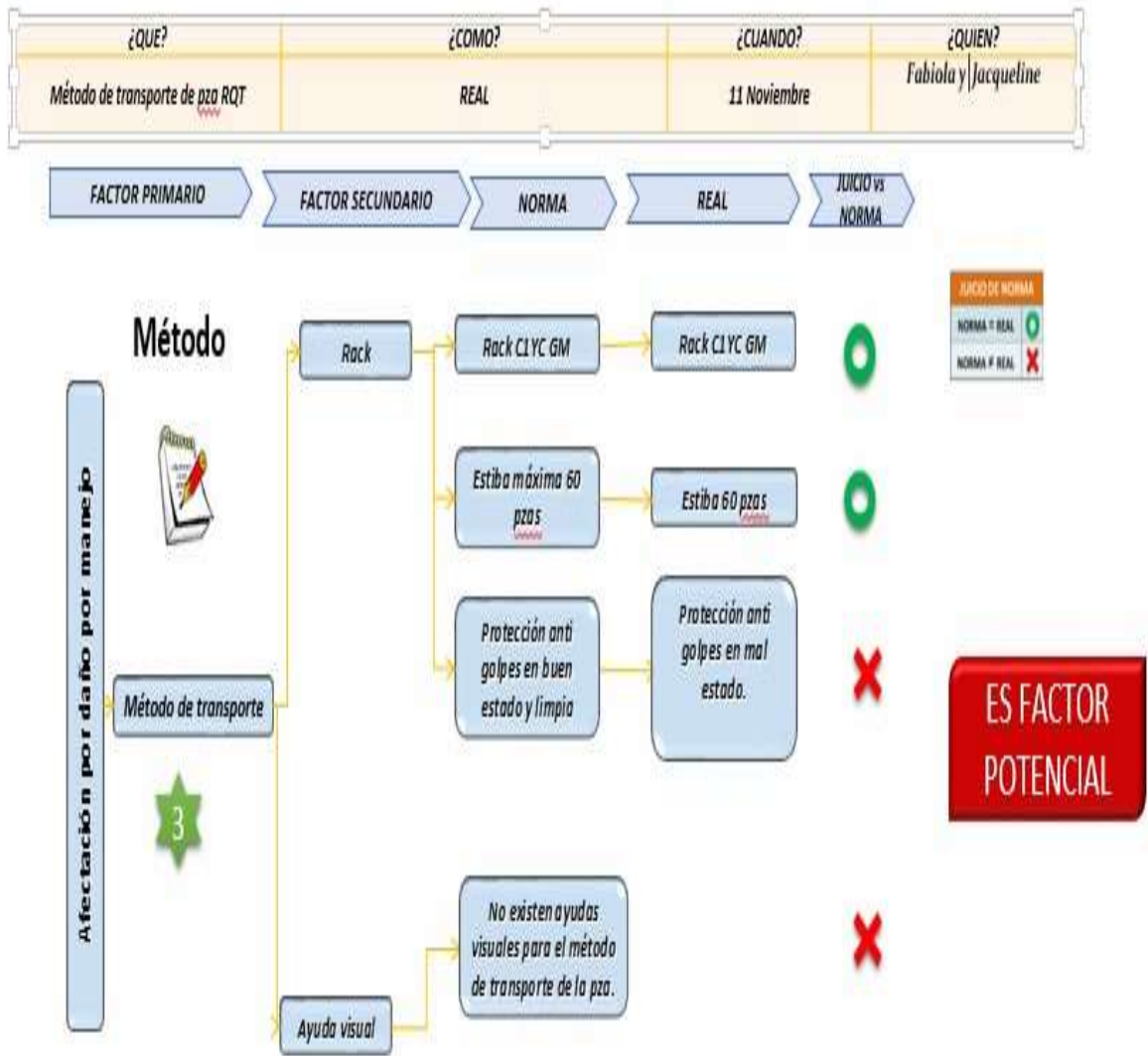


Figura 24: Árbol de factores del método de transporte.

En la Figura 25 se muestra el factor de la habilidad del operador. Este factor es potencial debido a que el operador no sigue la norma establecida

¿QUÉ?	¿CÓMO?	¿CUÁNDO?	¿QUIÉN?
Habilidad del operador	Formatos de habilidad	Noviembre	Fabiola y Jacqueline



## Mano de obra

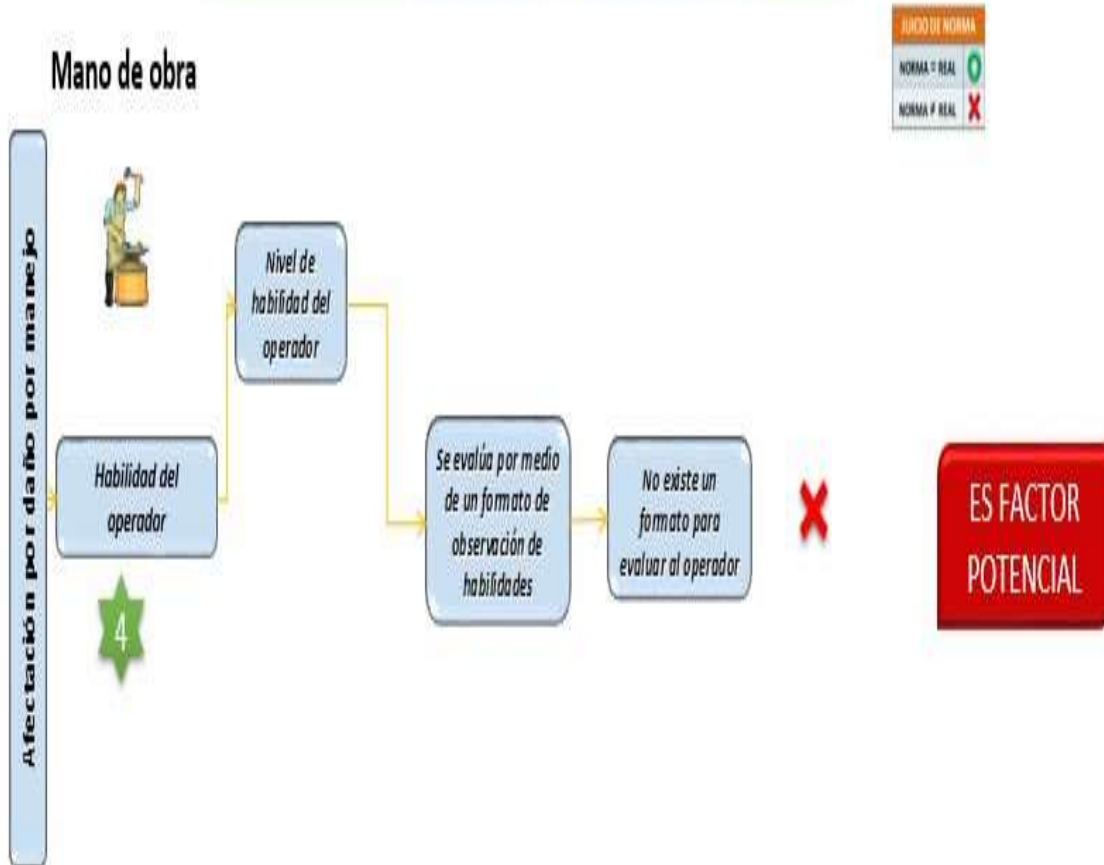
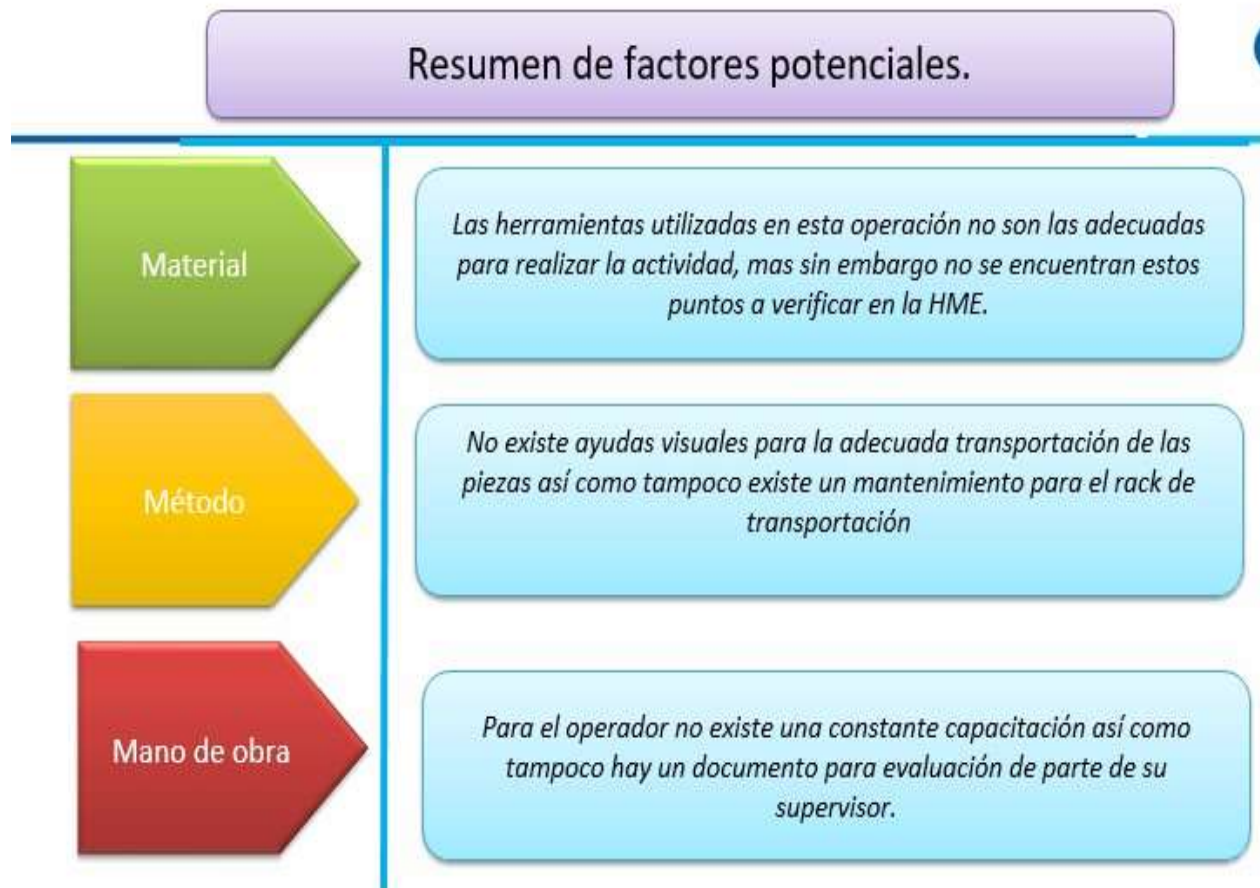


Figura 25: Árbol de factores de la habilidad del operador.

#### 4.4 Conclusiones de las herramientas de análisis empleadas

El resumen de las herramientas utilizadas para determinar los factores potenciales (causa raíz) se presenta en la Figura 26. Estos factores nos señalan que el material, método y mano de obra son los causales con mayor prioridad de atención para minimizar o eliminar los defectos por manejo de las piezas.



**Figura 26:** Resumen de factores potenciales.



## **4.5 Acciones correctivas**

Con base a los factores potenciales se diseñó una matriz de ponderaciones donde se exponen las causas raíz del problema de defectos por manejo y posibles acciones correctivas a seguir, ver Figura 27. En particular, se proponen las siguientes acciones correctivas: actualización del HME, modificación de la línea, implementación del mantenimiento autónomo y formato de supervisión de la operación.

### **4.5.1 Metodología 5W´s + 2H´s**

Se elaboró un plan de acciones correctivas utilizando la herramienta de las 5 W´s + 2 H´s. En la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3 se presenta el análisis de la acción 5's, de la implementación del mantenimiento autónomo y del formato de observación de operación, respectivamente.

CAUSA RAIZ	POSIBLE ACTIVIDAD DE ACCIÓN CORRECTIVA	COSTO	IMPACTO	PRODUCTIVIDAD	IMPACTO	FACTIBILIDAD	PUNTAJE	JUICIO
Actualización de las HME, método de transporte y la habilidad del operador.	Actualización de HME, Modificación en la línea, e implementación de MA	Requiere poca inversión		Incrementar habilidad del operador y reducir paros de línea			6	ok
	Formato de observación del operación.	No requiere inversión		Aumentar el FTT			9	ok

 3 puntos   
 2 puntos   
 1 punto   
 0 puntos

**Figura 27:** Matriz de ponderaciones.

- Costo: En esta columna se colocan la necesidad económica que se requiere para implementar la actividad de acción correctiva.
- Impacto: esta columna se utiliza para colocar una evaluación (puntuación de acuerdo a la simbología) en relación a que actividad implica menor inversión o recursos.
- Productividad: En esta columna se coloca el beneficio productivo a obtener mediante la implementación de la actividad de acción correctiva.
- Impacto: En esta columna se utiliza para colocar una evaluación (puntuación de acuerdo a la simbología) en relación a la mejora de productividad a obtener mediante la actividad correctiva.
- Factibilidad: En esta columna se utiliza para colocar una evaluación (puntuación de acuerdo a la simbología) en relación a que tan fácil y rápido se puede realizar la actividad correctiva.
- Puntaje: Suma del valor correspondiente a los símbolos de cada fila.
- Juicio: Columna para designar si se aprueba o no la implementación de la actividad correctiva.



**Tabla 1: Acciones correctiva para 5s.**

ITEM	ACCIÓN CORRECTIVA	QUE	PORQUE	QUIEN	CUANDO	DONDE	COMO	CUANTO
1	5's	Layout	Mejorar el flujo, carga y descarga del materia	Residente	Noviembre	Ensamble C1YC	Modificar el acomodo de la línea	0.70 %
		VSM	Disminuir el tiempo del proceso dela pieza RQT	Residente	Diciembre	Ensamble C1YC	Se eliminara actividad innecesaria. (gp12)	

**Tabla 2: Acciones correctivas para el mantenimiento autónomo.**

ITEM	ACCIÓN CORRECTIVA	QUE	PORQUE	QUIEN	CUANDO	DONDE	COMO	CUANTO
2	Implementación de mantenimiento autónomo	Formato de mantenimiento autónomo	Control de cambios	Residente	Noviembre	Ensamble C1YC	Elaborando y pasando a firmas	0.70 %
		Elaboración de formato de control del mantenimiento autónomo	Controlar que se lleve a cabo el mantenimiento	Residente	Diciembre	Ensamble C1YC	Programando fechas de evaluación	
		Capacitación al personal para el mantenimiento autónomo	Dar a conocer al operador que es el mantenimiento autónomo	Residente	Diciembre	Ensamble C1YC	Capacitación contante	

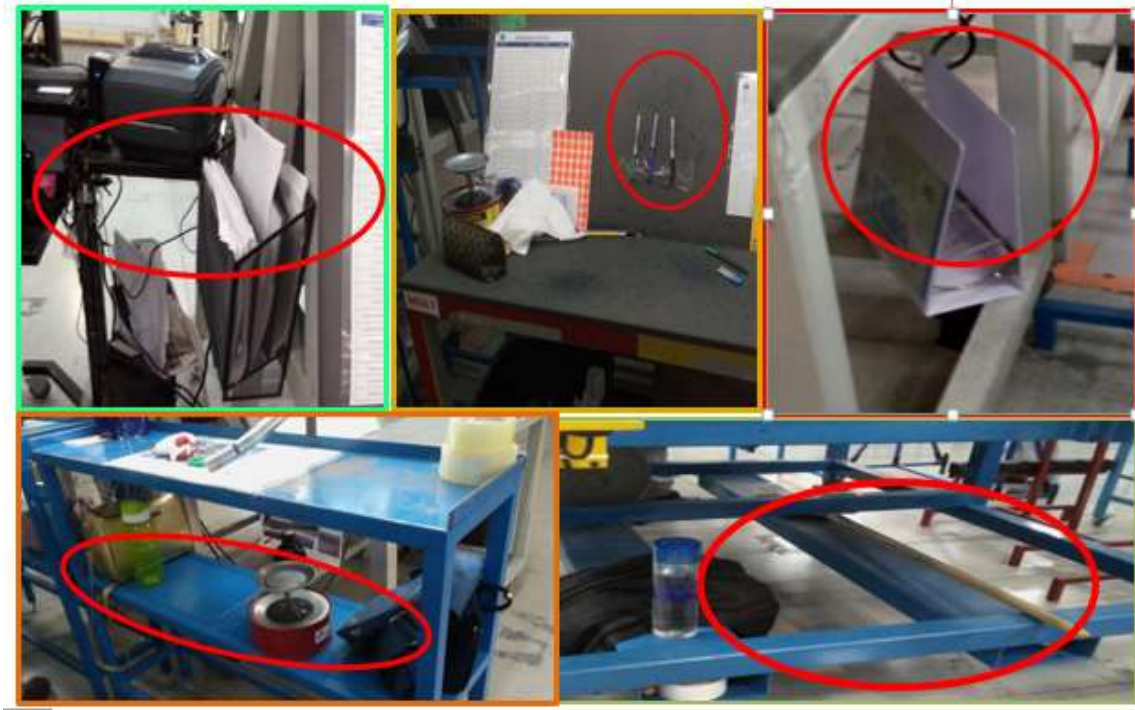
**Tabla 3:** Acciones correctivas para el formato de observación.

ITEM	ACCIÓN CORRECTIVA	QUE	PORQUE	QUIEN	CUANDO	DONDE	COMO	CUANTO
3	Formato de observación de operación	Elaboración de 4'ms para disminuir el defecto	Control de cambios	Residente	Noviembre	Ensamble C1YC	Elaborando y pasando a firmas	0.70 %
		Elaboración de formato de observación de operación	Medir la habilidad del operador	Residente	Diciembre	Ensamble C1YC	Programando fechas de evaluación	
		Modificación de HME	Implementación del método de transporte de las pizas	Residente	Diciembre	Ensamble C1YC	Actualizar la HME y controlarlas con el formato de observación de la operación en base a AUDITORIAS	

#### 4.5.2 Implementación de 5's

La implementación de 5's se realizó conforme a la metodología WCM. Se realizó un *Workshop* para determinar los desperdicios (orden y limpieza) que se tienen en la línea de ensamble. En las Figuras 28 y 29 se muestran el antes y el después de aplicar conceptos de orden y limpieza en el ensamble, respectivamente.

De igual forma se delimito el área y se realizó una modificación en el layout, eliminando una inspección GP12 (círculos rojos), ver Figuras 30 y 31. La Figura 30 muestra la línea de ensamble como estaba acomodada antes del proyecto. La línea tenía doble inspección final donde la última inspección, denominada GP12, se eliminó para ahorrar tiempos, aumentar espacio, disminuir tiempo de inspección y de empaque ya que no era necesaria y a veces ya hasta era usada como escritorio. La Figura 31 presenta la línea de ensamble sin esta inspección y donde ya se eliminó la mesa de inspección GP12.



**Figura 28:** Antes de las 5's.



**Figura 29:** Después de la 5's.

C1YC

C1YC

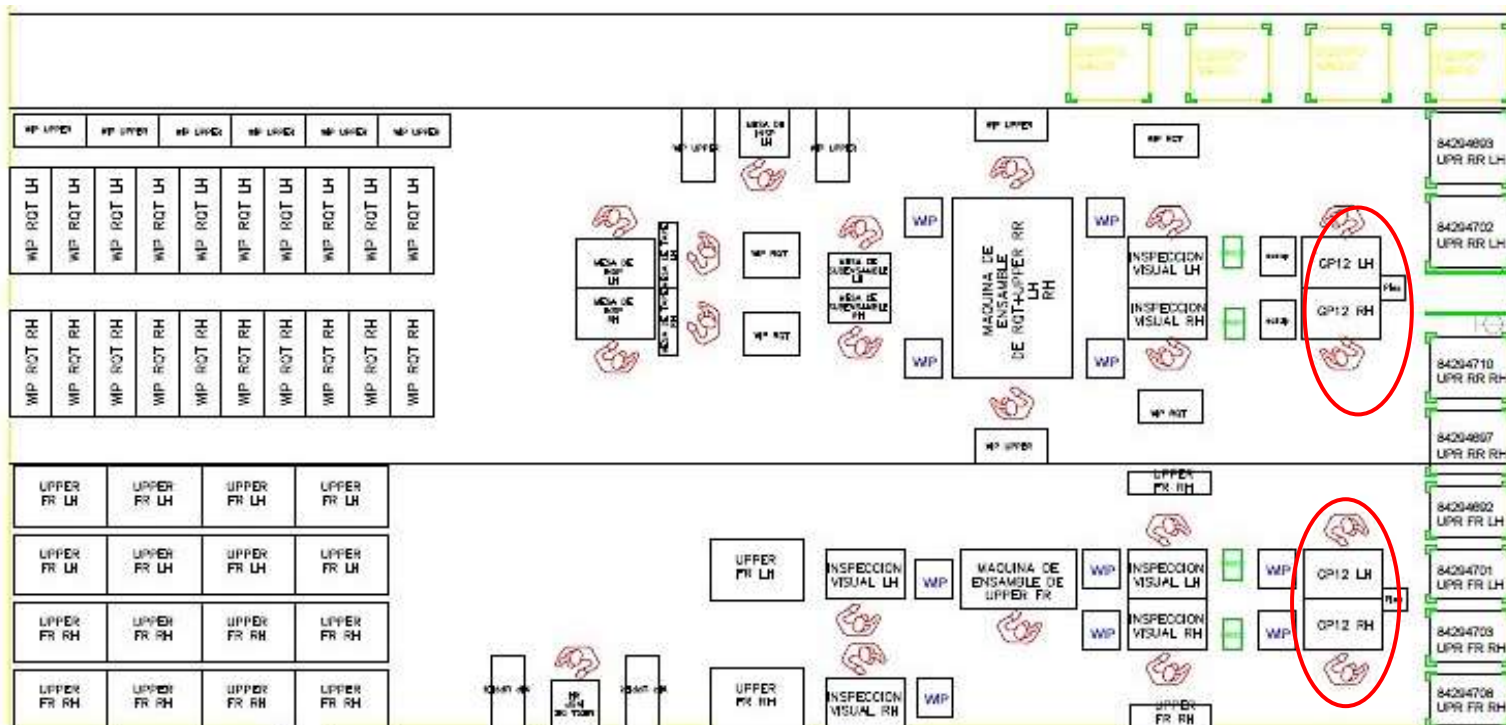
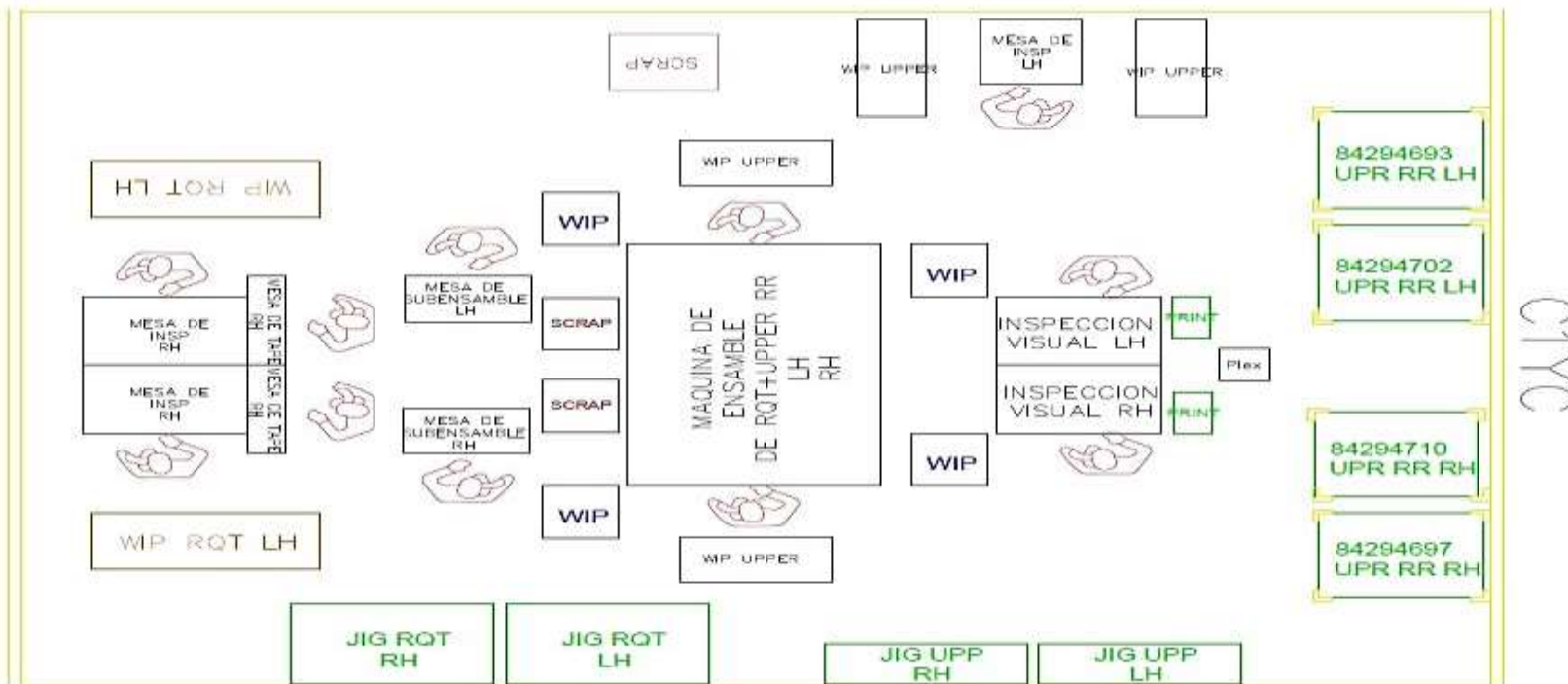


Figura 30: Layout anterior (incluye inspección GP12).



**Figura 31:** Layout actual (sin inspección GP12).

### 4.5.3 Mejora de VSM

Antes de modificar la línea se realizó un VSM para checar cuales eran las actividades que ocasionaban “cuellos de botella” en función de tiempos. Dentro de la línea de ensamble, las dos inspecciones finales resultaron las que originaban estas detenciones más prolongadas. En la Figura 32, se muestran los tiempos que se tardan en cada actividad que realizan los operadores:

- Inspección adonizado, 30 s.
- Membrana, 31 s.
- Ensamble 1, 40 s.
- Ensamble 2, 40 s.
- Inspección de empaque, 43 s.
- Inspección GP12, 31 s.

Se detectó que un total de 3.58 minutos por pieza generaba los “cuello de botella” en la inspección final GP12.

En la Figura 33 se presenta el VSM ya con la intervención del proyecto de residencia. Se registró un ahorro de 3.58 min a 2.3 minutos por pieza cuando se eliminó la inspección final GP12. La última etapa realiza las funciones de inspección y empaque y así de esta forma se tiene un ahorro de 1.08 minutos por pieza.

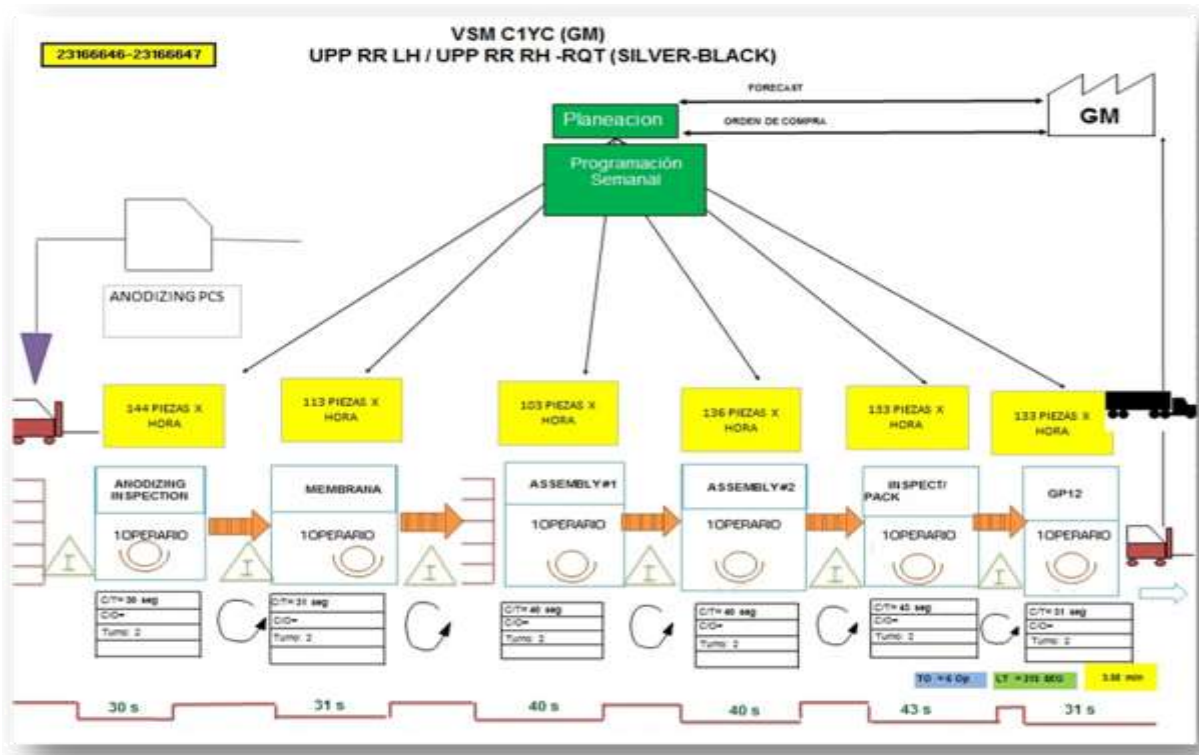


Figura 32: VSM anterior.

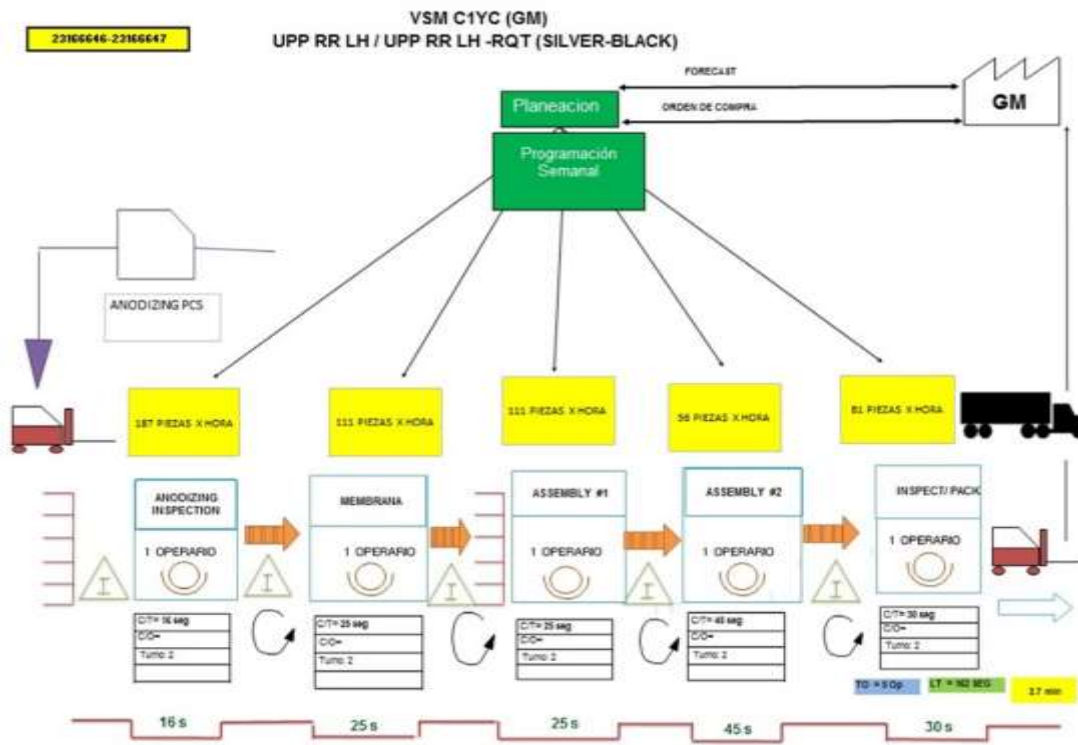


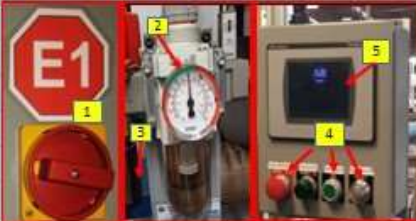
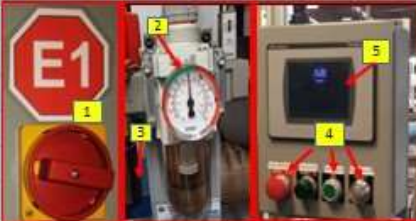
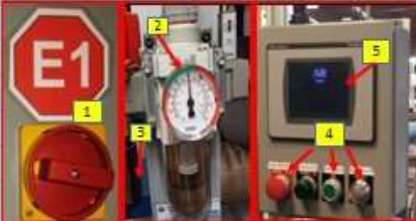
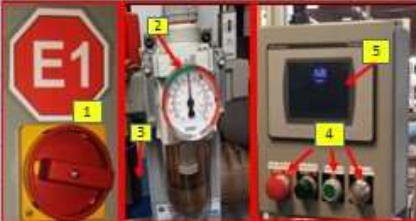
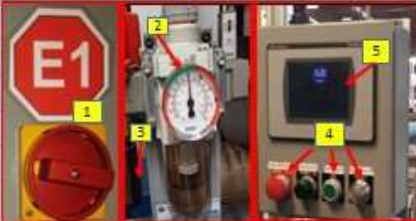
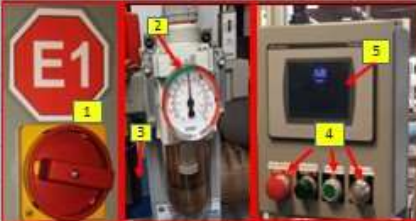
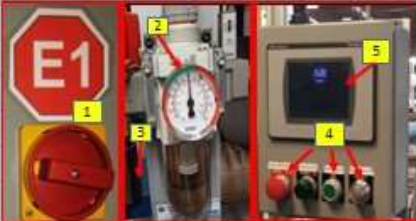











Figura 33: VSM actual.



#### 4.5.4 Mantenimiento autónomo

De acuerdo al plan de acciones correctivas se implementó mantenimiento autónomo en el área. Se realizaron hojas de puntos de revisión de las maquinas ensamble 1 y ensamble 2, ver Figuras 34 y 35, respectivamente. El implementar el mantenimiento autónomo permite asegurar que el operador lo ejecute de acuerdo a los puntos descritos, registrándolos en un reporte diario por turno (ver Anexo 2) ayudando a evitar daños en la pieza debido a la mala limpieza de la máquina y eliminando paros por ajustes.

ACCIÓN CORRECTIVA	EFFECTOS SECUNDARIOS	RIESGO	ACTIVIDAD
Implementación de mantenimiento autónomo para maquinas	Eliminar tiempo muerto por limpieza, lubricacion,inspección y ajustes y prevenir fallas drásticas futuras	No existe riesgo	Brindar capacitación al operario sobre esta herramienta para que le de seguimiento y exista un beneficio

LAY-OUT DE LA MÁQUINA		N°	ACTIVIDAD	VALOR ESPECIFICO	METODO	FREC.
		1	REVISAR LOS INTERRUPTORES ENCENDIDO DE MÁQUINA	POSICION "ON"	VISUAL / MANUAL	DIARIO
		2	REVISAR MANOMETRO PRINCIPAL DE AIRE ESTE DENTRO	ÁREA VERDE	VISUAL	DIARIO
		3	REVISAR MANGUERAS DEL MANÓMETRO	BUEN ESTADO Y SIN FUGAS	VISUAL / MANUAL	DIARIO
		4	REVISAR LOS PAROS DE EMERGENCIA Y LAMPARAS INDI	BUEN ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	VISUAL / MANUAL	DIARIO
		5	REVISAR EL DISPLAY SIN DAÑOS	BUEN ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	VISUAL / MANUAL	DIARIO
		6	REVISAR QUE LA MÁQUINA TENGA LAS GUARDAS DE SEGI	FIJAS Y BUEN ESTADO	VISUAL	DIARIO
		7	REVISAR EL SENSOR DE MANDO	BUEN ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	VISUAL / MANUAL	DIARIO
		8	REVISAR MANGUERAS, CONEXIONES Y PISTOLA DEL AIRE	BUEN ESTADO Y SIN FUGAS	VISUAL / AUDITIVO	DIARIO
		9	REVISAR MANGUERAS Y PISTONES DE ENSAMBLADORA	BUEN ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	VISUAL	DIARIO
		10	REVISAR QUE LA ENSAMBLADORA BAJE PERFECTAMENT	BUEN ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	VISUAL	DIARIO
		11	REVISAR LAS TORRETAS (SISTEMA ANDON)	BUEN ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	VISUAL	DIARIO
		12	REVISAR LOS CLAMPS DE LOS JIGS	BUEN ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	VISUAL / MANUAL	DIARIO
		13	REVISAR LAS BARRAS DE SEGURIDAD	BUEN ESTADO	VISUAL	DIARIO
		14	VERIFICAR QUE LA LAMPARA TENGA LA LUMINOSIDAD CO	BUENA/MALA	VISUAL	DIARIO
		15	REVISAR QUE EL ÁREA DE TRABAJO ESTE LIBRE PARA MA	LIMPIA	VISUAL / MANUAL	DIARIO
		16				
		17				
		18				

DESPUES DE LA REVISIÓN CON MÁQUINA OPERANDO; CUALQUIER ANOMALIA REPORTARLA A TU SUPER

Figura 34: Hoja de mantenimiento autónomo de ensamble 1





PUNTOS DE REVISIÓN DE MÁQUINA

AREA / LINEA: ENSAMBLE  
 MODELO: CTYC  
 N° MAQUINA: ASS-RQT-C1YC-02  
 PRODUCTO: RQT

SET-UP

LAY-OUT DE LA MÁQUINA	N°	ACTIVIDAD	VALOR ESPECIFICO	METODO	FREC.
	1	REVISAR LOS INTERRUPTORES ENCENDIDO DE MÁQUINA	POSICION "ON"	VISUAL / MANUAL	DIARIO
	2	REVISAR MANOMETRO PRINCIPAL DE AIRE ESTE DE	ÁREA VERDE	VISUAL	DIARIO
	3	REVISAR MANGUERAS Y CONEXIONES	BUEN ESTADO Y SIN FUGAS	VISUAL / AUDITIVO	DIARIO
	4	VERIFICAR QUE LA LAMPARA TENGA LA LUMINOSIDAD	BUENA/MALA	VISUAL	DIARIO
	5	REVISAR LAS CORTINAS DE SEGURIDAD	BUEN ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	VISUAL	DIARIO
	6	REVISAR LOS PAROS DE EMERGENCIA Y BOTON DE A	BUEN ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	VISUAL	DIARIO
	7	REVISAR MANGUERAS Y PISTONES DE LA ENSAMBLADORA	BUEN ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	VISUAL	DIARIO
	8	REVISAR LAS TORRETAS (SISTEMA ANDON)	BUEN ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	VISUAL	DIARIO
	9	REVISAR LOS CLAMPS DE LOS JIGS	BUEN ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	VISUAL / MANUAL	DIARIO
	10	REVISAR QUE EL ÁREA DE TRABAJO ESTE LIBRE PARA	LIMPIA	VISUAL / MANUAL	DIARIO
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				

A REVISIÓN CON MÁQUINA OPERANDO: CUALQUIER ANOMALIA REPORTARLA A TU SUPERVISOR

Figura 35: Hoja de mantenimiento autónomo de ensamble 2.

Adicionalmente y como parte del mantenimiento autónomo se verifico que las fuentes de energía (ver Anexo 3) estuvieran indicadas correctamente, ver Figura 36. Estas fuentes son: panel de control de la ensambladora, alarma andón y manómetro principal de aire.


ACCIÓN CORRECTIVA	EFECTOS SECUNDARIOS	RIESGO	ACTIVIDAD
Identificación de fuentes de energía	Que el operador conozca los diferentes paros de emergencia evitando daños a la máquina y evitar accidentes en liberaciones inesperadas de fuerzas	No existe riesgo	Brindar capacitación al operario sobre esta herramienta para que le de seguimiento y exista un beneficio



Figura 36: Fuentes de energía

### 4.5.5 Hoja de observación de operaciones

Se actualizaron las HME (ver Anexo 4 y 5) con la finalidad de generar piezas sin defectos. Para asegurar que fueran ejecutadas por los operadores se creó una hoja de observación de las operaciones. Se consideran indicadores que permiten medir la eficiencia del operador, calidad, seguridad, ergonomía y 5's. En las Figura 37 y 38 se presentan las hojas de observación diseñadas.



#### Hoja de registro de Observación de Operación (1/2)

Fecha		Plan		Observador	
Área/ Grupo		Eventual		Estación de Trabajo / Operador	

#### 1 Preparación de la Observación

Preguntas	Respuestas & Comentarios
1.1. Los estándares estan completos y actualizados (HME, Estado de referencia de 5S, CSRO) (S/N) explicar (N)	
1.2. ¿Cuál es nivel de ILU del operador? ¿Está el entrenamiento alineado con el Cuadro Sinóptico de Requisitos de Operación ? (S/N) explicar (N)	
1.3. ¿Verificar "Documentación de Seguridad y Ergonomía" están actualizados (S/N) ? explicar (N)	
1.4. ¿Hay algún problema de seguridad y ergonomía identificado? Si existe indicar, ¿cuál?	
1.5. ¿Hay algún problema de Calidad en la estación de trabajo recientemente? Si existe , ¿Cuál?	
1.6. ¿Cuál es la prioridad KPI a mejorarse para el la estación de trabajo o Zona de trabajo?	

#### 1.7. Seleccionar el enfoque de la Observación

El filtro se eligen en base a las respuestas anteriores o en la prioridad actual (Seguridad, Calidad, Costo, Tiempo ...)

#### 2 Observación para el cumplimiento del estándar - Observación de lejos

Preguntas	Respuestas & Comentarios
2.1. El operador usa el EPP como se establece en la HME y Hoja de asignación de equipo de protección personal (S/N) explicar (N)	
2.2. La estación de trabajo cumple con el estado de referencia de 5S requerido incluyendo ayudas visuales ( sistema importante A, B, etc..) (S/N) explicar (N)	
2.3. El operador trabaja de acuerdo a la HOE de distribución de operación (orden de los pasos principales)? (S/N) explicar (N)	
2.4. Actividad no cíclica (Ejemplo : Control de Lote, Cambio de Caja, Plan de Mantenimiento autónomo,...) se realizan en cumplimiento al estándar, si procede (S/N) explicar (N)	
2.5. Actividad regular de Calidad (plan de inspección, chequeo Poka Yoke ,...) se hacen en cumplimiento al estándar, incluyendo registro, si procede (S/N) explicar (N)	

Comentarios

#### 3 Análisis de tiempo de operación

Modelo / Especificación (el SV define los modelos a analizar en base a filtro)		1	2	3	4	5
3.1. Tiempo de operación estándar (HME Distribución)						
3.2. Tiempo de Operación Actual						
3.3. Tiempo de operación OK (Desbalanceo -5%)						
3.4. Valor no agregado	Número de pasos					
	Doble manejo					
	Espera (veces)					

Este paso no debe tomar mas de 5 minutos y el número de medidas necesitan ajustarse en base al tiempo ciclo, incluyendo operación cíclica / no-cíclica y el enfoque Si el tiempo de operación no está alineado con el estándar, identificar la causa raíz

**Figura 37: Hoja de observación de operaciones parte 1.**



## Hoja de registro de Observación de Operación (2/2)

<b>Observación para cumplimiento del estándar - Observación de cerca</b>	
<i>Respuestas &amp; Comentarios</i>	
4.1. Verificar que el operador cumpla con los pasos de HME, que están relacionados al enfoque del problema / defecto? (S/N) explicar (N)	
4.2. Puntos clave son respetados. Verificar que los puntos clave son apropiados a los problemas de calidad / seguridad en la estación de trabajo (S/N) explicar (N)	
4.3. El producto / parte cumple con las especificaciones : (In & Out, incluyendo PEPS) (S/N) explicar (N)	
4.4. Empaque, herramientas, manipuladores estan en buenas condiciones y no hay riesgo de afectar la calidad. (S/N) explicar (N)	
4.5. Partes están correctamente identificadas y para que las que sean necesario ser rastreadas, verificar que el registro sea hecho correctamente (S/N) explicar (N)	
4.6. Procedimiento para disposición de residuos y reglas de seguridad (incluyendo químicos) son respetados (S/N) explicar (N)	
4.7. ¿Se respeta el criterio operacional de AAS (Aspecto Ambiental Significativo)?	

<b>6 Trabajo de Observación - Sumario / Finalización</b>	
<i>Respuestas &amp; Comentarios</i>	
6.1. Concensar con el operador respecto a su cumplimiento al estándar	
6.2. Mientras el líder realiza la operación, verificar si el operador es capaz de nombrar: - pasos principales, puntos críticos y razones, para puntos críticos y problemas de calidad actuales . - que está prohibido y porqué así como que se debe hacer en caso de problema - CSR(características de seguridad y regulatorias / puntos de proceso importante Así como su significado)	
6.3. ¿Hay algún elemento que deba ser agregado a la lista de control de items? (S/N) explicar	
6.4. Discusión sobre la mejora : - Desde operador (Sistema de Reconocimiento de la planta) - Desde observador	
6.5. ¿Pueden las mejoras identificadas desplegarse horizontalmente?	

<b>Observación para mejora del estándar de acuerdo al filtro elegido</b>	
Mejora identificada	
Comentario / Firma del operador	
Comentarios del SSV	

<b>Acción inmediata tomada</b>	
Criterio y Actividad Identificada	Acción Terminada

TIEMPO DE RETENCION MINIMO 6 MESES

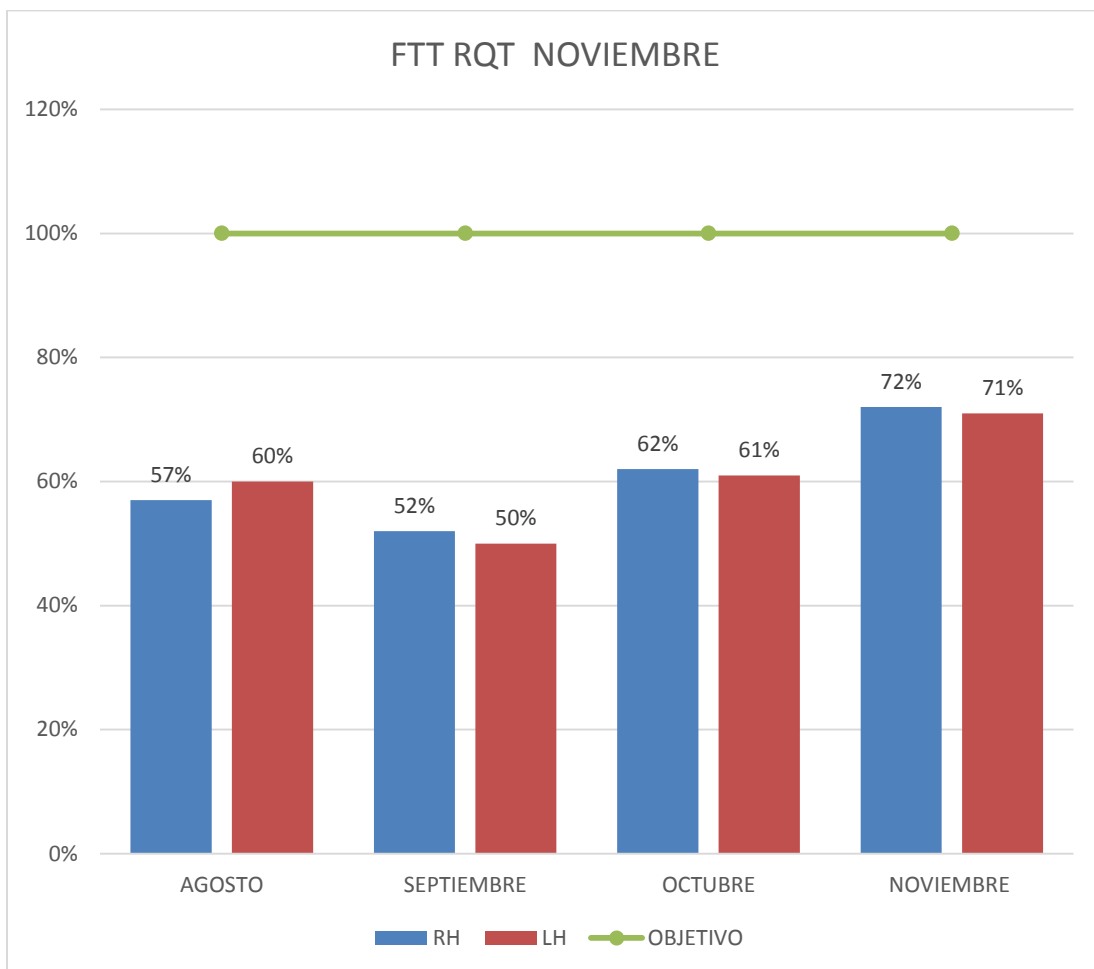
**Figura 38: Hoja de observación de operaciones parte 2.**

#### 4.7 Resultado del mes de noviembre (después de las actividades correctivas) respecto al FTT

Con base en los resultados anteriormente descritos, se obtuvo un aumento del FTT en un 72% del lado RH y un 71% del LH. Siendo la meta planeada del 80%.

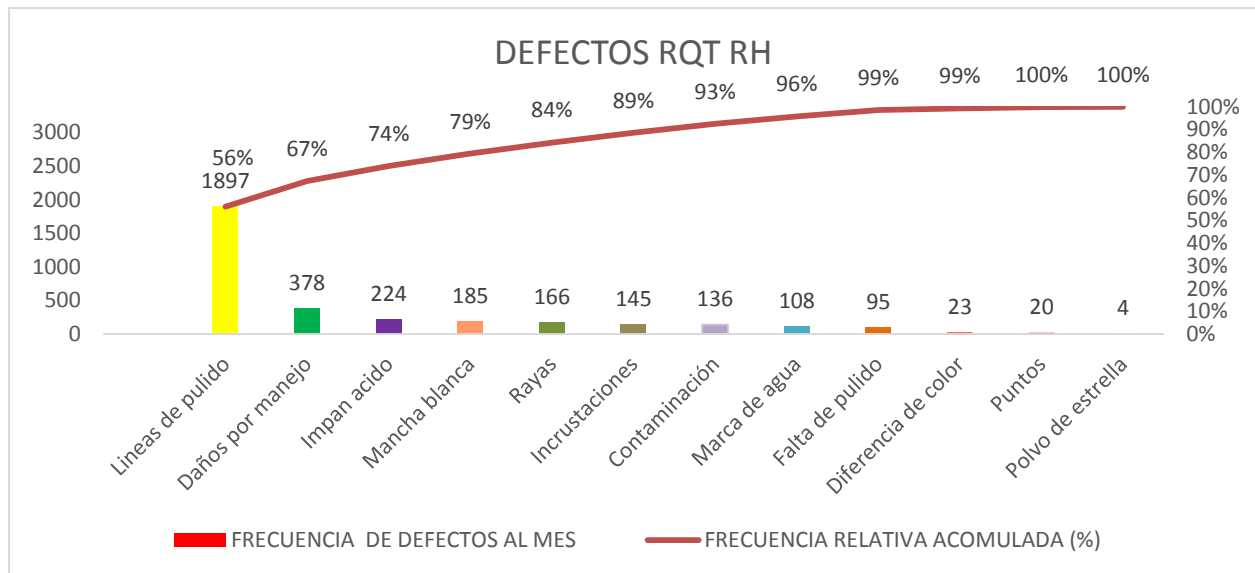
En otras palabras, el promedio trimestral inicial del 57% para RH se incrementó en un 15% alcanzando un 72%, es decir, se redujo la cantidad de piezas defectuosas del 43 al 28%. Para LH se redujo la cantidad de piezas defectuosas del 43 al 29%.

En la Figura 39 se presenta el histograma con los resultados generales en función del FTT obtenidos con la implementación del presente proyecto de asesoría.

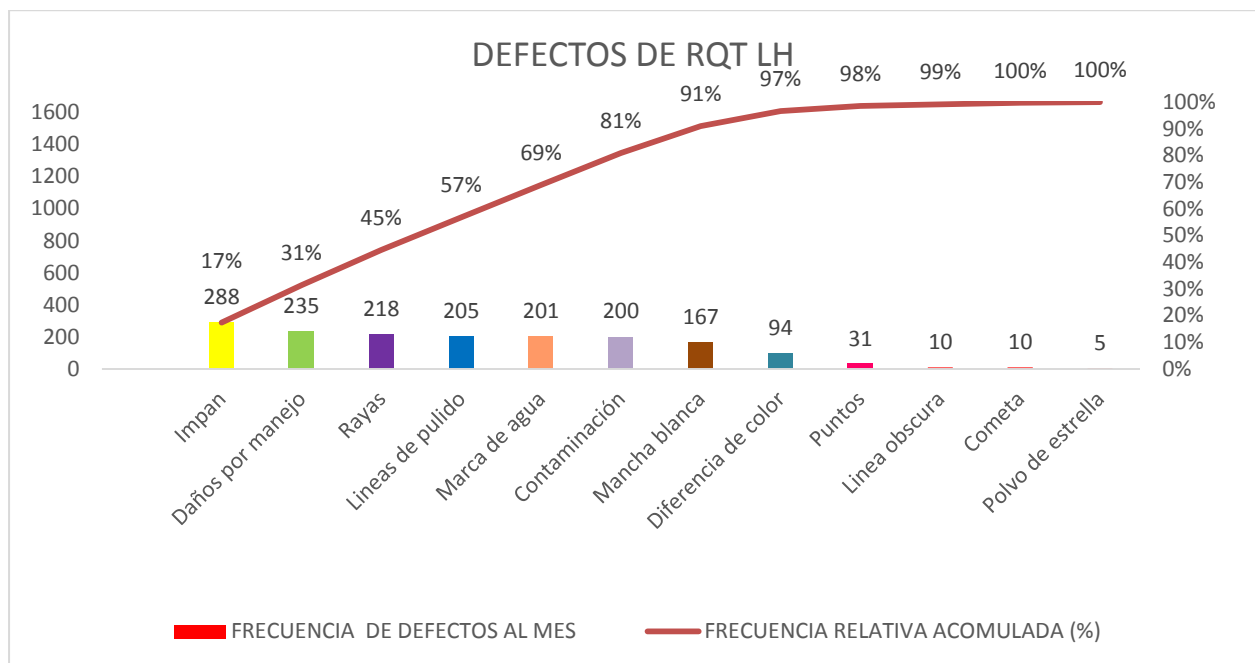


**Figura 39:** Histograma de resultados generales del FTT total obtenido.

En las Figuras 40 y 41 se presentan los diagramas de Pareto del mes de noviembre con respecto a los diferentes defectos de la pieza RQT RH y LH, respectivamente. Se observa que el defecto por manejo disminuyo en el mes de noviembre.

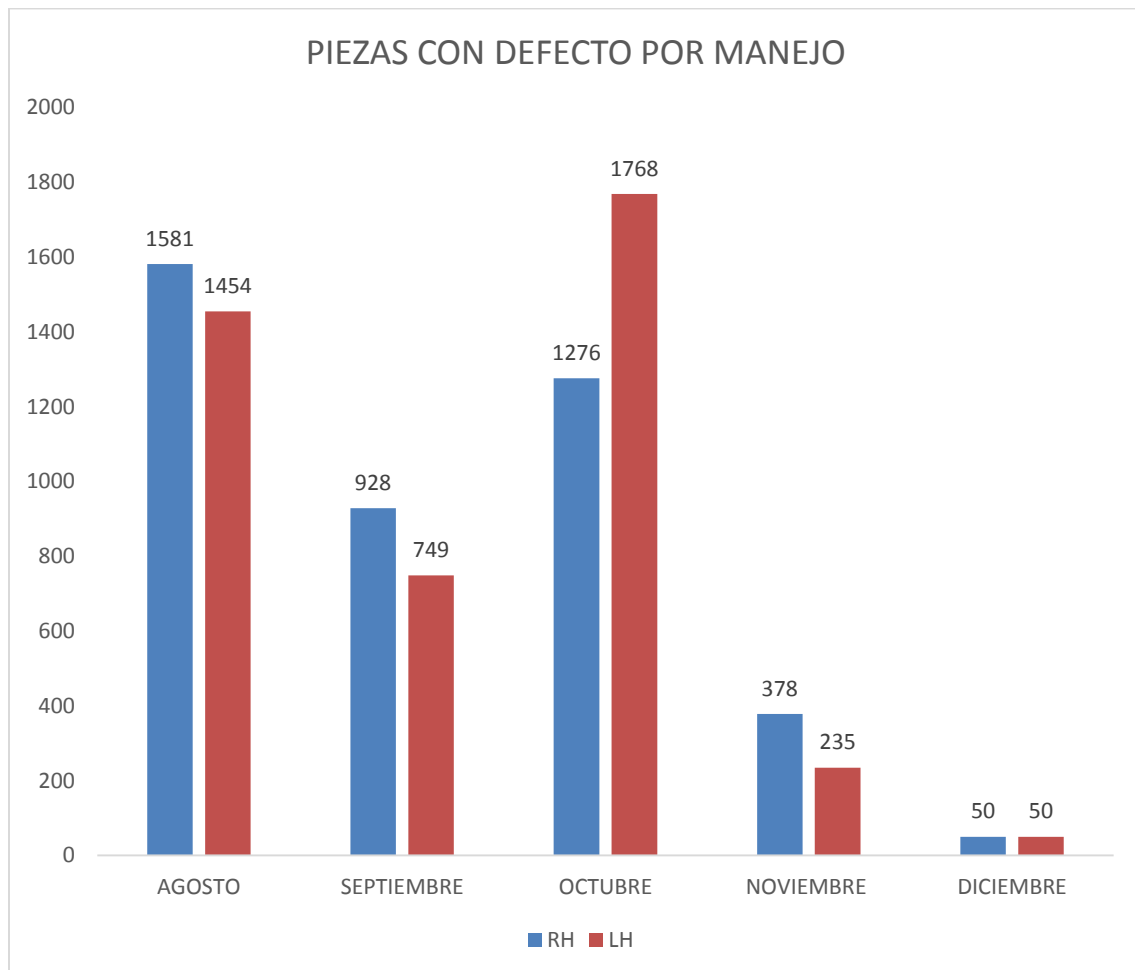


**Figura 40:** Pareto de los principales defectos del RQT RH del mes de noviembre.



**Figura 41:** Pareto de los principales defectos del RQT LH del mes de noviembre.

Conforme lo anterior, se presenta que el número de piezas con defectos de daño por manejo disminuyó el lado derecho (RH) 378 piezas y el lado izquierdo (LH) 235 piezas. Comparado con el mes pasado logramos disminuir un total de 2,428 piezas de ambos lados. En la Figura 42 se muestra la disminución de las piezas con defecto de daño por manejo.



**Figura 42:** Histograma del comparativo de defectos por daños por manejo del mes de noviembre.

## **V. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y EXPERIENCIA PROFESIONAL ADQUIRIDA**

La aplicación de las estrategias académicas seleccionadas en conjunto con las actividades relacionadas con el presente proyecto permitió alcanzar el objetivo planteado de incrementar el indicador FTT mensual promedio de un 57 al 72% en el mes de noviembre de 2017. Es decir, se logró disminuir los defectos de daños por manejo en la pieza RQT – UPPER RR en promedio de un 43% a un 28%. En términos cuantitativos, se redujo la cantidad de piezas con defecto de 2,580 piezas mensuales a poco más de 600 piezas por mes. Lo anterior representa que se logró estandarizar la línea de ensamble a través de las acciones de mejora implementadas. Además se logró implementar un programa de mantenimiento y se organizó el área de trabajo.

El proyecto de residencia me permitió validar los conceptos teóricos y prácticos aprendidos durante mi estadía como estudiante de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial dentro de la Industria en situaciones reales. Es decir logre implementar técnicas y herramientas para lograr contribuir a elevar los indicadores de producción, reducir el porcentaje de piezas defectuosas, disminuir tiempos muertos y paros en la línea por falta de un programa de mantenimiento. En particular aprendí a adaptarme a participar dentro de una cultura de mejora continua en la industria. Además de siempre buscar la solución más factible mediante la aplicación de un método analítico y científico para eliminar los problemas desde raíz.

Como trabajo a futuro los resultados de este proyecto de residencia serán replicados a demás procesos dentro de la empresa para mejorar sus propios indicadores internos de calidad, continuar innovando sus procesos y productos haciéndolos más competitivos ante las demás empresas del rango automotriz.

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

1. Aplique habilidades de ingeniería aprendidas en la carrera de gestión empresarial, fortaleciendo mi conocimiento para la toma de decisiones en forma efectiva, con una orientación sistemática y sustentable.
2. Diseñe e Innové estructuras administrativas y procesos, con base en las necesidades de las organizaciones para competir eficientemente en mercados globales.
3. Gestione eficientemente los recursos de la organización con visión compartida, con el fin de suministrar bienes y servicios de calidad.
4. Aplique métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos y modelado de sistemas en los procesos organizacionales, para la mejora continua atendiendo estándares de calidad mundial.
5. Implemente planes y programas de seguridad e higiene para el fortalecimiento del entorno laboral.
6. Gestione sistemas integrales de calidad para la mejora de los procesos, ejerciendo un liderazgo estratégico y un compromiso ético.
7. Aplique métodos de investigación para desarrollar e innovar modelos, sistemas, procesos y productos en las diferentes dimensiones de la organización.
8. Aplique métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas en la gestión empresarial con una visión estratégica.



## VII. FUENTES DE INFORMACIÓN

- (1) Villaseñor-Contreras, A. (2009). *Manual de Lean Manufacturing Guía básica*. México, Ed. Limusa.
- (2) Liker, J. K. (2006). *Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*. España, Ed. McGraw-Hill.
- (3) Matías-Hernández, J. C. y Idoipe, V. (2013). *Lean Manufacturin Conceptos, Técnicas e Implementación*. Madrid, España.
- (4) Carro-Paz, R. y Gonzalez-Gomez, D. (s.f.). *Administración de la calidad total*. Recuperado de [http://nulan.mdp.edu.ar/1614/1/09\\_administracion\\_calidad.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1614/1/09_administracion_calidad.pdf)
- (5) Vera-Smith, F. (1995). *Diagramas de Flujo*. Ed. Trillas.
- (6) LucidChart. (s.f.) *Qué es un diagrama de árbol de decisión*. Recuperado de <https://www.lucidchart.com/pages/es/qu%C3%A9-es-un-diagrama-de-%C3%A1rbol-de-decisi%C3%B3n>.
- (7) Los cinco por qué. Recuperado de <http://www.mpuga.com/docencia/Informacion%20Para%20Las%20Decisiones/Los%20Cinco%20por%20ques.pdf>
- (8) Brassard, M., (Ed.). (1988). *The Memory Jogger: A Pocket Guide of Tools for Continuous Improvement*. Methuen, MA. Ed. Goal/QPC
- (9) Panorama administrativo año (2007) pág. 93. ( Revista)

## ANEXO 1

### Principales defectos del RQT



*Figura 43: Defectos por puntos de anodizado.*



*Figura 44: Defectos por daños por manejo.*



**Figura 45:** Defectos por diferencias de color.



**Figura 46:** Defectos por líneas de pulido.

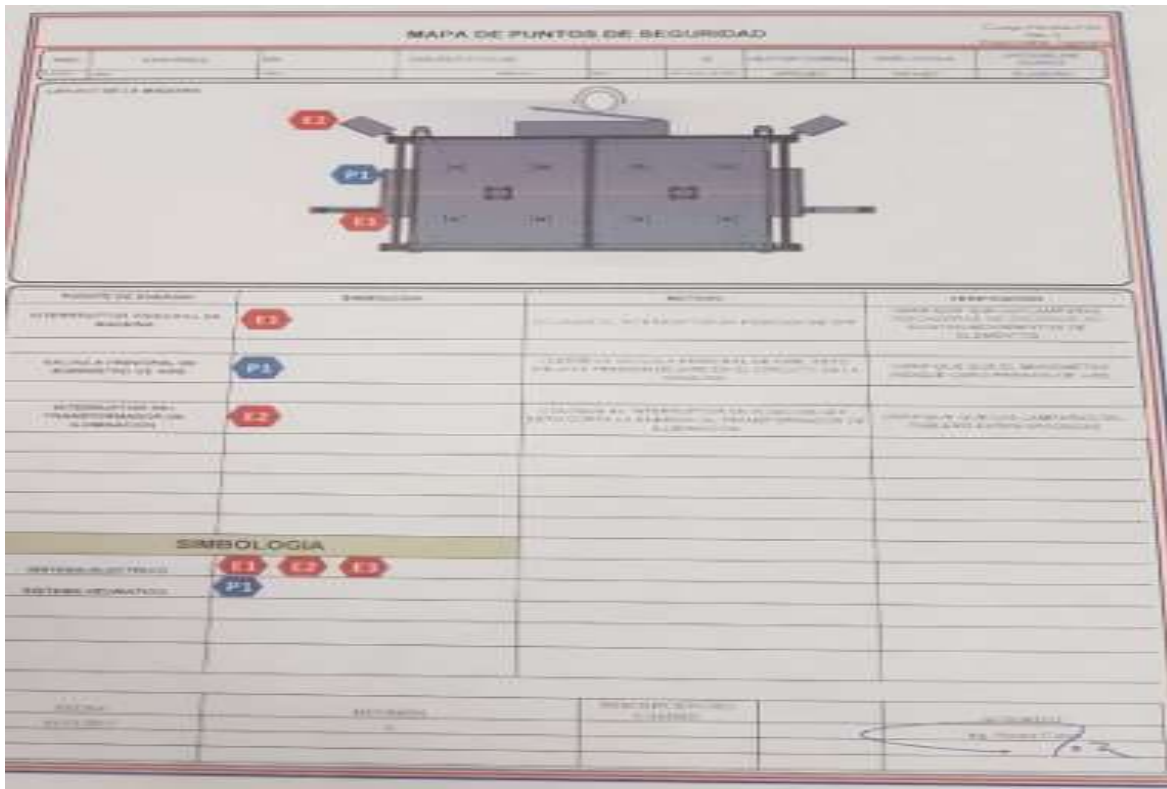


## ANEXO 3

### Procedimiento de bloqueo de energías


PROCEDIMIENTO DE BLOQUEO DE ENERGIAS


FUENTE DE ENERGÍA	SIMBOLOGÍA	MÉTODO	VERIFICACIÓN
<b>INTERRUPTOR PRINCIPAL DE MÁQUINA (Primario, Secundario)</b>	  	COLOQUE EL INTERRUPTOR EN POSICIÓN DE <b>OFF</b>	VERIFIQUE QUE LAS LAMPARAS INDICADORAS NO ENCIENDAN Y QUE, NO EXISTAN MOVIMIENTOS DE ELEMENTOS
<b>VÁLVULA PRINCIPAL DE SUMINISTRO DE AIRE</b>		CIERRE LA VÁLVULA PRINCIPAL DE AIRE, ESTO AISLA LA PRESIÓN EN EL CIRCUITO DE LA MÁQUINA <b>OFF</b>	VERIFIQUE QUE LOS MANÓMETROS INDIQUEN CERO PRESIÓN DE AIRE
<b>VÁLVULA PRINCIPAL DE SUMINISTRO DE ACEITE</b>		CIERRE LA VÁLVULA PRINCIPAL DE ACEITE, ESTO AISLA LA PRESIÓN EN EL CIRCUITO DE LA MÁQUINA	VERIFIQUE QUE LOS MANÓMETROS INDIQUEN CERO PRESIÓN DE ACEITE
<b>SIMBOLOGÍA</b>			
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>			
<b>SISTEMA NEUMÁTICO</b>			
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>			
<b>ENERGÍA ALMACENADA</b>		<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<b>Ninguna</b>	<i>Ninguna Energía almacenada se elimina cuando la alimentación eléctrica está en OFF</i>		
<b>NOTA:</b> Después de bloquear la alimentación, siempre puebe la seguridad del equipo forzando manualmente los dispositivos de control.			



**Figura 48:** Procedimiento de bloqueo de energías.





# ANEXO 5

## HME Molding actual

HME MANEJO DE MÉTODOS ESTÁNDAR		ÁREA	MÁQUINA	No. DE PARTE	NOMBRE DE LA PARTE		ELABORADO	REVISADO	APROBADO	
ENSAMBLE		ASS-ROT-CYIC-02	STMP-30060	MOLDING ASM-RR S/D WDO UPR RVL LH						
NO. DE REGISTRO HMEEN-29		NOMBRE DEL PROCESO	SUB-ASSEMBLY CYIC ROT LH	MODELO	CYIC	FECHA DE EMISIÓN	23-ene-17			
						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO				
						INSTRUCCIONES		PUNTO A VERIFICAR		
AYUDA VISUAL	1		2		3		1. COLOQUE ROT ANIDAZADO EN LA BASE DE LA MESA.			
	2		3		4		2. INSERTE PARTE PLÁSTICA SOBRE ROT DE ALUMINIO. PREVIAMENTE YA INSPECCIONADA		ASEGURESE DE INSERTAR LAS 10 PESTAÑAS DENTRO DEL MOLDE PLÁSTICO	
	3		4		5		3. INSERTE UN EXTREMO DEL MOLDE PLÁSTICO DENTRO DE LA PARTE DE ALUMINIO.		HAGALO DE LADO Y ASEGURESE QUE ENTRE COMPLETAMENTE. VER IMAGEN 3A.	
	4		5		6		4. INSERTE EL OTRO EXTREMO DEL MOLDE PLÁSTICO (BAYONETA) DENTRO DEL ALUMINIO.		SI EL MOLDING NO ENCAJA EN LA PIEZA ROT, ESTE SE PONE EN PIEZAS NG	
	5		6		7		5. PRESIONE BOTÓN DE INICIO.		MANTENGA SUS MANOS FUERA DE LA CORTINA DE SEGURIDAD.	
	6		7		8		6. VERIFIQUE QUE AMBAS PESTAÑAS FUERON CORRECTAMENTE DOBLADAS.			
	7		8		9		7. REVISE EL LABIO DE HULE A LO LARGO DE LA PIEZA.		DEBESE QUE EL LABIO NO ESTÉ MORDIDO POR EL ALUMINIO. SI ES ASÍ, ACOMODE DOBLANDO HACIA AFUERA EL HULE.	
	8		9		10		8. RETIRE LA PIEZA ENSAMBLADA Y COLOQUELA EN EL SOPORTE.			
9		10		11		9. (Imágenes 3A y 3B) NG OK				
10		11		12		10. (Imágenes 6 y 7) NO MORDIDA EN CURVA DE HULE				
11		12		13		11. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
12		13		14		12. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
13		14		15		13. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
14		15		16		14. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
15		16		17		15. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
16		17		18		16. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
17		18		19		17. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
18		19		20		18. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
19		20		21		19. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
20		21		22		20. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
21		22		23		21. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
22		23		24		22. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
23		24		25		23. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
24		25		26		24. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
25		26		27		25. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
26		27		28		26. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
27		28		29		27. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
28		29		30		28. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
29		30		31		29. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
30		31		32		30. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
31		32		33		31. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
32		33		34		32. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
33		34		35		33. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
34		35		36		34. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
35		36		37		35. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
36		37		38		36. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
37		38		39		37. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
38		39		40		38. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
39		40		41		39. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
40		41		42		40. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
41		42		43		41. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
42		43		44		42. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
43		44		45		43. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
44		45		46		44. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
45		46		47		45. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
46		47		48		46. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
47		48		49		47. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
48		49		50		48. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
49		50		51		49. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
50		51		52		50. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
51		52		53		51. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
52		53		54		52. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
53		54		55		53. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
54		55		56		54. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
55		56		57		55. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
56		57		58		56. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
57		58		59		57. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
58		59		60		58. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
59		60		61		59. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
60		61		62		60. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
61		62		63		61. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
62		63		64		62. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
63		64		65		63. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
64		65		66		64. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
65		66		67		65. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
66		67		68		66. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
67		68		69		67. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
68		69		70		68. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
69		70		71		69. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
70		71		72		70. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
71		72		73		71. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
72		73		74		72. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
73		74		75		73. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
74		75		76		74. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
75		76		77		75. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
76		77		78		76. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
77		78		79		77. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
78		79		80		78. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
79		80		81		79. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
80		81		82		80. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
81		82		83		81. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
82		83		84		82. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
83		84		85		83. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
84		85		86		84. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
85		86		87		85. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
86		87		88		86. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
87		88		89		87. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
88		89		90		88. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
89		90		91		89. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
90		91		92		90. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
91		92		93		91. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
92		93		94		92. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
93		94		95		93. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
94		95		96		94. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
95		96		97		95. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
96		97		98		96. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
97		98		99		97. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
98		99		100		98. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
99		100		101		99. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
100		101		102		100. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
101		102		103		101. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
102		103		104		102. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
103		104		105		103. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
104		105		106		104. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
105		106		107		105. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
106		107		108		106. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
107		108		109		107. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
108		109		110		108. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
109		110		111		109. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
110		111		112		110. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
111		112		113		111. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
112		113		114		112. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
113		114		115		113. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
114		115		116		114. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
115		116		117		115. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
116		117		118		116. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
117		118		119		117. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
118		119		120		118. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
119		120		121		119. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
120		121		122		120. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
121		122		123		121. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
122		123		124		122. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
123		124		125		123. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
124		125		126		124. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
125		126		127		125. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
126		127		128		126. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
127		128		129		127. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
128		129		130		128. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
129		130		131		129. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
130		131		132		130. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
131		132		133		131. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
132		133		134		132. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
133		134		135		133. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
134		135		136		134. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
135		136		137		135. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
136		137		138		136. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
137		138		139		137. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
138		139		140		138. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
139		140		141		139. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
140		141		142		140. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
141		142		143		141. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
142		143		144		142. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
143		144		145		143. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
144		145		146		144. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
145		146		147		145. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
146		147		148		146. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
147		148		149		147. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
148		149		150		148. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
149		150		151		149. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
150		151		152		150. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
151		152		153		151. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
152		153		154		152. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
153		154		155		153. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
154		155		156		154. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
155		156		157		155. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
156		157		158		156. (Imagen 8) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
157		158		159		15				

## ANEXO 6

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



---

**ASUNTO:** Carta de Aceptación  
Aguascalientes, Ags, a 20 De Octubre Del 2017.

M.A.T.I. HUMBERTO AMBRIZ DELGADILLO  
DIRECTOR  
INSTITUTO TECNOLÓGICO  
DE PABELLÓN DE ARTEAGA  
P R E S E N T E

Por este conducto, me permito informarle que C. Fabiola Janeth Marquez Rojas, con número de control A141050255 alumno de la carrera de: Ingeniería En Gestión Empresarial, ha iniciado sus residencias profesionales en nuestras instalaciones **MINTH MEXICO COATINGS S.A. DE C.V.**, con el proyecto de "Implementación de la metodología WCM en el área de ensamble de GM enfocado a Lean Manufacturing" cubriendo un horario de 7:00 a.m. a 1:30 p.m. desde el pasado 01 de Agosto del 2017 al 12 de diciembre del 2017.

Lo anterior para su conocimiento y facilidad en los trámites escolares del alumno; sin otro particular por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**



---

JOSÉ ALBERTO MALDONADO MORALES  
RECURSOS HUMANOS



**MINTH MEXICO COATINGS S.A. DE C.V.**  
CARRETERA LOS ARELLANOS, NO 214  
PARQUE INDUSTRIAL SIGLO XXI  
9295434  
AGUASCALIENTES, AGS MEXICO 20283

MINTH Mexico Coatings, S.A. de C.V.  
Recursos Humanos

---



## ANEXO 7

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



---

**ASUNTO:** Carta de Termino.  
Aguascalientes, Ags, a 1 De Diciembre Del 2017.

M.A.T.I. HUMBERTO AMBRIZ DELGADILLO  
DIRECTOR  
INSTITUTO TECNOLÓGICO  
DE PABELLÓN DE ARTEAGA  
P R E S E N T E

Por este conducto, me permito informarle que C. Fabiola Janeth Marquez Rojas, con número de control A141050255 alumno de la carrera de: Ingeniería En Gestión Empresarial, realizó satisfactoriamente sus residencias profesionales en nuestras instalaciones **MINTH MEXICO COATINGS S.A. DE C.V.**, con el proyecto de "Implementación de la metodología WCM en el área de ensamble de GM enfocado a Lean Manufacturing" donde cubrió un horario de 7:00 a.m. a 1:30 p.m. desde el pasado 01 de Agosto del 2017 hasta el 12 de diciembre del 2017.

Lo anterior para su conocimiento y facilidad en los trámites escolares del alumno; sin otro particular por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**



---

**JOSÉ ALBERTO MALDONADO MORALES**  
RECURSOS HUMANOS



MintH México Coatings, S. A. de C.V.  
**Recursos Humanos**

**MINTH MEXICO COATINGS S.A. DE C.V.**  
CARRETERA LOS ARELLANOS, No 214  
PARQUE INDUSTRIAL SIGLO XXI  
9295434  
AGUASCALIENTES, AGS MEXICO 20283