

PROYECTO DE TITULACIÓN

*[IMPLEMENTACIÓN DE TPM EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MANIFOLD
H60]*

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

ERIBERTO ESQUIVEL GÓMEZ

ASESOR:

FRANCIA ARLEEN SALCE MÁRQUEZ

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES.

2. AGRADECIMIENTOS.

Quisiera agradecer antes que nada y sobre todo a dios por brindarme la salud, la paciencia y la fuerza para emprender esta aventura que hace ya más de cuatro años comencé, se veía tan lejano, sabía que era un camino complicado con obstáculos, pero con mucho sacrificio y dedicación hoy se ve más cercano un logro, un objetivo más en mi vida. Gracias a mi familia ya que en ellos encontré una motivación y el ejemplo que me impulso siempre a no rendirme aun en los momentos más complicados.

A mi esposa Claudia, sinceramente creo que sin ti a mi lado esto nunca hubiera sido posible, cada día, en cada instante me brindaste tu compañía, tu apoyo y esas palabras de aliento y me diste esas fuerzas para levantarme al siguiente día y volver a continuar.

A mis tres hijos Erik Fabián, Brayan Alexis y Guillermo David porque son mi principal motivo, son ese motor que me impulsa y tal como se los prometí les dedico este título a ustedes mis tres retoños.

Muy especialmente a mis padres a pesar de los años si les podre regalar el título universitario

Finalmente, a todos mis profesores y asesores muchas gracias por compartir tanta sabiduría y permitirme aprender de ustedes por estos más de cuatro años.

3. RESUMEN.

El presente trabajo tiene como finalidad la implementación inicial de la filosofía *TPM* (*Total Productive Maintenance*) en una empresa del ramo automotriz de nombre Marelli mexicana planta San Francisco de los Romo, en Aguascalientes, México.

Se decide hacer uso de la herramienta de *TPM* en esta empresa con el fin de buscar un mejoramiento integral del área de *manifuld* 2, en planta GTS, ya que en esta se está teniendo un alto grado fallas y paradas no programadas, lo que ha acarreado una serie de problemas dentro de lo que entran los siete desperdicios principales, particularmente uno de los que está dando más problemas es el de un alto grado de generación de desperdicio en algunos de los equipos.

Mediante la implementación del *TPM* se pretende atacar estas problemáticas desde su raíz con ayuda de todas las herramientas que nos proporciona la metodología y sobre todo buscando un involucramiento de todo el personal para lograr un cambio cultural en el que todos los miembros de la organización se sientan participes en las actividades y se involucren en la solución de las problemáticas, con esto fomentar la mejora continua y el apoyo de las distintas áreas para un bien común como lo es el mejoramiento de disponibilidad, rendimiento y calidad en el área para lograr una más alta productividad.

En el trabajo se describen las características de la filosofía *TPM*, incluyendo la evolución histórica del mantenimiento, los beneficios que se pueden obtener con su aplicación, antecedentes históricos y un amplio marco teórico.

Se detallan las características, el proceso productivo y la situación inicial de la empresa realizando un análisis en términos de costos incurridos por paradas no programadas y los posibles beneficios a obtener con la implementación del *TPM*.

Se describen uno a uno la secuencia de pasos que se siguieron para realizar la implementación del *TPM* en el área de *manifuld* h60 dentro de la cual se abarcaron herramientas como las 5's, el mantenimiento autónomo, mantenimiento preventivo y una serie de documentación que conllevan cada una de ellas mediante las cuales se pretende lograr un mejor control y lograr la estandarización de las herramientas en el área.

Se incluyen los resultados obtenidos a lo largo del proyecto, describiendo los beneficios económicos y los cambios observados en la cultura del personal.

INDICE

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES.....	II
2. AGRADECIMIENTOS.....	II
3. RESUMEN.....	III
INDICE DE TABLAS.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	8
5.- INTRODUCCION.....	8
6. DESCRIPCION DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O AREA DE TRABAJO DEL RESIDENTE.....	10
7. PROBLEMAS A RESOLVER PRIORIZANDOLOS.....	12
8. JUSTIFICACION.....	14
9. OBJETIVOS (GENERALES Y ESPECIFICOS).....	16
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....	18
10. MARCO TEORICO (FUNDAMENTOS TEORICOS).....	18
CAPÍTULO 4: DESARROLLO.....	63
11. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	63
CAPÍTULO 5: RESULTADOS.....	108
12. RESULTADOS.....	108
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....	130
13. CONCLUSIONES DEL PROYECTO.....	130
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	135
14. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS.....	135
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	137
15. FUENTES DE INFORMACION.....	137
REFERENCIAS.....	137
CAPÍTULO 9: ANEXOS.....	139
17. ANEXOS.....	139

INDICE DE TABLAS.

<i>Tabla 1. Evolución del mantenimiento industrial.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 2. Beneficios del TPM.</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 3. Formar operarios para el mantenimiento autónomo.</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 4. Clasificación de las 6 grandes pérdidas y sus características.</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 5. Hoja del cálculo del OEE.</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 6. Las 5´s: propósito, importancia e implicaciones.</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 7. Reparto de actividades en el TPM.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 8. Diferencias entre Latinoamérica y oriente en la implementación del TPM. (Javieryana, s.f.).....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 9. Defectos en cabina #1 (H/flg + pipes) de soldadura en el mes de Julio del 2022</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 10. Reclamos de scrap por soldadura, por zona específica en cabina #1.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 11. Cálculos del OEE de área de manifuld en el mes de Julio del 2022.</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 12. Las fechas y duraciones de las capacitaciones.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 13. Cronograma de actividades.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 14. Hoja de verificación implantada para estandarización de las 5´s.</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 15. Método de evaluación de las 5´s para correcto seguimiento.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 16. Etiqueta que se implementó en el área de manifuld H60.</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 17. Tablero de etiquetas.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 18. Formato de registro de paradas implementado en el área de producción de manifuld H60.</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 19. Formato de sugerencias usado en la empresa.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 20. Formato de mantenimiento autónomo de las cabinas de soldadura.</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 21. Formato de documento de lección puntual implantado en el área.</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 22. Defectos por fecha en Julio del 2022.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 23. Defectos por fecha en noviembre del 2022.</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 24. Comparación de defectos en cabina #1 (H/flg+pipes) de soldadura de Julio / Noviembre.</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 25. Comparación de porcentajes y objetivo logrado.</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 26. Tiempos de paro del mes de Julio en manifuld 2.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 27. Paros de Julio relacionados con cabinas de soldadura.</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 28. Resultados de tiempos de paro en la línea de manifuld en el mes de noviembre.....</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 29. Paros de Noviembre relacionados con cabinas de soldadura.</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 30. Actividades de resultados obtenidos mediante las 5´s.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 31. Gráfico comparativo de la evolución de las 5´s en el área.</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 32. Incremento porcentual de las 5´s.....</i>	<i>124</i>

Tabla 33. Tiempos de paros en el área de manifuld 2 en el mes de Julio.....	125
Tabla 34. Tiempos de paro en el área de manifuld 2 en el mes de noviembre.	126
Tabla 35. Tabla comparativa de los paros de la dobladora en Julio - noviembre.....	127
Tabla 36. Comparativo de los cálculos del OEE.....	128
Tabla 37. Resumen final de resultados.	129

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Casa lean Manufacturing.....	19
Figura 2. Secuencia histórica de Lean Manufacturing.....	21
Figura 3. Significado del TPM.....	23
Figura 4.Ciclo Deming (PDCA).....	28
Figura 5. Pilares del TPM.	37
Figura 6. Las grandes pérdidas y sus agrupaciones.	39
Figura 7. Cálculo del OEE.	41
Figura 8. Significados originales de las 5´s.	46
Figura 9. Empresa Marelli mexicana planta San Francisco de los Romo.....	63
Figura 10. Imágenes referentes al proceso de doblado.	67
Figura 11. Imágenes referentes al proceso de formado de tubo.	68
Figura 12. Imágenes referentes al proceso de corte de tubo.	69
Figura 13. Imágenes referentes al proceso de lavado de tubo.....	70
Figura 14. Imágenes referentes a la cabina #1 (lado B) de soldadura.	71
Figura 15. Imágenes referentes a la cabina #1 (lado A) de soldadura.	72
Figura 16. Imágenes referentes a la cabina #3 (lado A) de soldadura.	72
Figura 17. Imágenes referentes a la cabina #3 (lado B) de soldadura.	73
Figura 18. Imágenes referentes a la cabina #4 (lado A) de soldadura.	74
Figura 19. Imágenes referentes a la cabina #4 (lado B) de soldadura	74
Figura 20. Imágenes referentes a la cabina #5 (lado A) de soldadura.	75
Figura 21. Imágenes referentes a la cabina #5(lado B) de soldadura.	75
Figura 22. Imágenes referentes a la tina de sumersión.....	76
Figura 23. Imagen referente a la leak tester.....	77
Figura 24. Imagen referente a la vibradora.....	77
Figura 25. Imagen referente al proceso de colocación de insulador.	78
Figura 26. Figura referente a las tigs manuales (para retrabajo).....	79
Figura 27. Imagen referente al escantillón de ruta y almacenaje.	79
Figura 28. Ubicación de zonas de soldadura.....	81
Figura 29. Porcentajes del OEE para clasificación de las compañías.....	83
Figura 30. Secuencia de pasos para realizar la clasificación.	90

Figura 31. Reclamos de scrap por zona específica en cabina#1 en el mes de Julio del 2022. 109

Figura 32. Reclamos por scrap por soldadura por zona específica en cabina 1 en el mes de noviembre..... 110

Figura 33. Ubicación de zonas de soldadura..... 111

Figura 34. Referente a actividades de mejora en cabinas..... 115

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

5.- INTRODUCCION.

Para cualquier empresa es una prioridad sacarle el máximo provecho a los recursos con los que se dispone, ya que de no ser así se verá afectada la calidad, así como la eficiencia, rendimiento y muchos más aspectos de la producción.

Lean Manufacturing es una filosofía de organización del trabajo que se centra en la mejora continua y optimización del sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al proceso, mejorando la comunicación al igual que el trabajo en equipo y de esta manera se puede entregar un servicio o producto de valor al cliente.

Dentro de la metodología Lean se tienen una serie de herramientas de las cuales tienen características y propósitos específicos. Una de las más importantes es el *TPM* (mantenimiento productivo total) es una herramienta operativa para gestionar el mantenimiento de los equipos que tiene como objetivo conseguir cero fallos, es una metodología de mejora continua diseñada para eliminar los paros de líneas causadas por desperfectos en los equipos a fin de evitar las paradas en las máquinas a causa de una avería, a su vez permite mejorar paulatinamente el área de trabajo en base a la colaboración constante del personal involucrado.

En el presente trabajo se describirá la secuencia de actividades que se realizaron en la empresa *Marelli*, San Francisco de los Romo para mejoramiento en de la línea de producción de manifuld de H60, esto mediante la aplicación de las herramientas que son abarcadas por el *TPM*, como lo son las 5's, en el que se pretende primeramente involucrar al personal en acciones básicas en su área de trabajo como lo son la selección, el orden y la limpieza, también con la ayuda del mantenimiento autónomo con el que el operador aprenderá a realizar inspecciones, reparaciones menores, lubricaciones y sobre todo que desarrolle la habilidad para detectar condiciones anormales, así como de realizar mejoras, también con el mantenimiento preventivo en el que el personal de mantenimiento realizara las actividades programadas mensuales, trimestrales, semestrales, para evitar los paros no programados y actualizara las actividades de dicho plan agregando las actividades que así sean requeridas y que actualmente no se

encuentren contempladas, parte importante será la aplicación de otras herramientas del *TPM* como son las etiquetas, el registro de paradas y las sugerencias, *check list* y lección puntual.

Este trabajo de residencias se encuentra conformado por 8 capítulos y comienza con el capítulo 1 el cual abarca las preliminares, básicamente se refiere a una portada, donde se describe el nombre del proyecto, agradecimientos, un resumen general del proyecto y el índice.

En el capítulo 2 incluye las generalidades del proyecto, como lo son, la introducción, situación inicial de la empresa, sus problemáticas, los objetivos tanto generales como específicos y una justificación del proyecto.

El capítulo número 3 se enfoca en explicar el marco teórico de toda la información que será abordada a lo largo del proyecto y servirá como material de consulta, así como de validación de la información.

En el capítulo 4 se describen paso a paso los procedimientos seguidos para el desarrollo de las actividades de residencias en la empresa.

En el capítulo número 5 se evalúan los resultados obtenidos para comparar la condición inicial con la condición final después de transcurrido el periodo de residencias y sobre todo de haber implementado las acciones contempladas en el plan.

En el capítulo 6 se establecen las conclusiones del proyecto, los conocimientos obtenidos, se describirán las experiencias personales y profesionales y se darán recomendaciones.

En el capítulo 7 se da una explicación de las competencias tanto desarrolladas y las aplicadas.

El capítulo 8 incluye las fuentes de consulta, de donde fue sustraída la información que contempla dentro de este proyecto.

Finalmente, el capítulo 9 abarca los anexos, los cuales son aquellos documentos, imágenes, gráficos y otros forman parte de evidencias que complementan más la información.

6. DESCRIPCION DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O AREA DE TRABAJO DEL RESIDENTE.

Marelli es una compañía mundial que se dedica al desarrollo de nuevas tecnologías, sistemas y componentes para la industria automotriz. La compañía es representada por su filosofía la cual es:

Misión: Trabajamos mano a mano con nuestros clientes para crear un mundo más seguro, más verde y mejor conectado.

Visión: Existimos para innovar y transformar el futuro de la movilidad.

Valores: Innovación, Diversidad, Colaboración, Sostenibilidad, Excelencia, Monozukuri.

Personalidad: Progresista de mente abierta, un *partner* realmente global que se inspira en ir más allá.

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.

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).

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.

Las actividades contempladas para la realización de las presentes residencias fueron realizadas en *Marelli* mexicana planta San Francisco de los Romo en la planta de aceros (EXH), en el área de manifold 2, esta de área de producción se dedica a ensamble del sistema de manifold que une al motor con el sistema de escape y sirve como colector de gases para evitar las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

En manifold actualmente se trabaja un turno al día y se tienen 12 operadores trabajando para un total de 24 máquinas de proceso, diariamente se producen 170 piezas por requerimiento del cliente, actualmente esta es un área de mucho interés ya que a partir del mes de enero se tiene pronosticado un incremento en la demanda de producto que puede ser hasta de un 200% superior al actual, este proyecto está enfocado a las máquinas con mayor índice de generación de defectivo principalmente las cuales son la dobladora y las cabinas de soldadura, las cuales son 8.

Es precisamente es esta área de *manifold 2* donde se estuvo trabajando, primero partiendo de una serie de problemas detectados en la línea de producción para lo cual se hizo uso de los conocimientos y técnicas aprendidas en el aula para tratar de reducir la generación de defectivo presentes en esta línea de producción. Para esto fue necesario estar en constante comunicación con gerente de manufactura, ingeniería, supervisores, mantenimiento y operadores para un trabajo en equipo en la búsqueda de eficientar el proceso.

7. PROBLEMAS A RESOLVER PRIORIZANDOLOS.

El proyecto de residencias fue enfocado en las máquinas que fueron detectadas como principales causas de generación de defectivo, paros de línea, tiempos muertos, re trabajos, movimientos innecesarios, esperas, traslados excesivos e inventarios, es decir desperdicios, la primera máquina considerada es la estación 1 de soldadura, la causa por la que se le dio prioridad es porque en esta se tiene la peculiaridad de que por protocolo de calidad solicitado por el cliente no se permiten realizar re trabajos en la soldadura por lo cual en dado caso de tener defectos la pieza tendrá que ser desechada provocando pérdida total de dicho producto, el problema que se pretende atacar en esta máquina es el de generación de soldadura porosa, con burbujas o desplazada, lo cual ocasiona que dicha soldadura tenga fugas, una mala apariencia y mala calidad.

Otra de las problemáticas que se pretende atacar es la de reducir los tiempos de paro que se presentan en las cabinas de soldadura número 2, 3, 4, y 5 , a diferencia de la cabina de soldadura #1 en estas otras si está permitido de ser necesario realizar re trabajos en la soldadura, pero esto a su vez acarrea otros problemas como lo son la generación de un proceso más lento y otros como lo son tiempos de espera, paros de línea y movimientos innecesarios, ya que las piezas se tienen que regresar e inspeccionar las veces que sea necesario y en el peor de los casos ya no cumplen las expectativas de apariencia y calidad por lo cual serán desechadas.

Finalmente, en la dobladora de tubo se han presentado una serie de problemas constantes como lo es generación de tubo fuera de ruta, fracturado principalmente, lo cual ocasiona que se desperdicie materia prima, tiempo-maquina, tiempo-hombre haciendo un proceso más lento y menos eficiente ya que no llega a cumplir con las expectativas de producción planteadas.

Mediante la aplicación de las herramientas que son abarcadas por el *TPM* como lo son las 5's, se pretende primeramente involucrar al personal en acciones básicas en su área de trabajo como lo son la "selección", mediante la cual se fomentara a dar un uso eficiente de los recursos y materiales, para esto realizaran una evaluación profunda en sus máquinas y espacios de trabajo para saber qué es necesario y qué no para de esta manera desecharlo.

El “orden”, mediante el cual se generará una armonía dentro de los espacios de trabajo a través de orden en las máquinas, en pasillos, en mesas de trabajo, estantes, áreas comunes, entre otras zonas de trabajo. Para tener lugar de trabajo más agradable y también para facilitar el acceso de materias primas, herramientas u otros que sean útiles para los miembros del equipo a través de la clasificación adecuada de los recursos.

La “Limpieza”, en la cual todos los operadores participaran, por tanto, cada persona es responsable del cuidado e higiene de los espacios de trabajo en los que se encuentra para ayudar a la conservación de equipos y áreas de trabajo.

También con la ayuda del mantenimiento autónomo con el que el operador aprenderá a realizar inspecciones, reparaciones menores, lubricaciones y sobre todo que desarrolle la habilidad para detectar condiciones anormales en los equipos antes de que se vuelvan fallas mayores y generen tanto paro no programado que afecten el cumplimiento de la producción o también para evitar la generación de defectos de soldadura que representan baja calidad del producto, desechos, re trabajos, variaciones. También con ayuda de mantenimiento autónomo se fomentará en el operador en base a las inspecciones la capacidad de diseñar e implementar mejoras en cuanto calidad, seguridad, organización, logística, selección, orden, limpieza u otras en su área de trabajo.

8. JUSTIFICACION.

Atacar estos problemas es de gran importancia para la empresa considerando que actualmente la demanda de productos es relativamente baja y que aun así se está generando defectivo es un punto de atención el cual se le debe brindar la debida importancia.

También el propósito principal de las acciones de mejora está enfocado en lograr un cumplimiento con el cliente en cuanto a tiempo y forma, para con esto eliminar los retrasos en cuanto a envío de producto y también eliminar los retornos de material por parte del cliente que es Nissan por incumplimiento de especificaciones en los productos, con esto se le brindara al cliente la seguridad y certeza con respecto a sus expectativas. En la línea de manifuld 2 hasta el mes de Julio del 2022 se tenía un registro de demanda de producción de un total de 170 piezas por turno, pero debido a que en la estación 1 de soldadura se tenía un promedio de 7 piezas defectuosas esto provocaba en primera instancia producir 177 piezas para poder cubrir la demanda requerida, es decir el de la producción que era desechada, como hasta este punto del proceso la pieza tiene un costo de 1120 pesos por pieza, esto al multiplicarlo por las 7 desechadas se tenía una perdida por defectivo de \$7840.00 pesos diariamente. Por esto es importante prestar atención e implementar acciones en pro de mejorar las condiciones de la máquina para de esta manera reducir al menos un 30% la generación de dicho defectivo, es decir si diariamente se desechan 7 piezas reducirlo al final del proyecto a 5 piezas que equivale a reducir de 7840 a 5600 pesos el desperdicio por defectos diario, lo que se refiere que al mes se reducirá de 125440 a 89600, pero intentando reducirlo al máximo.

En el resto de las cabinas de soldadura que son la 2, 3, 4 y 5 se encuentran permitidos los re trabajos de soldadura, lo cual permite reducir de gran manera la producción de material defectuoso, sin embargo la problemática que se tiene es la de paros constantes por ajustes, fallas, alarmas, fugas por mencionar algunos, lo que provoca otros desperdicios como lo son traslados, esperas, movimientos innecesarios por lo cual se pretende trabajar con actividades que permitan atacar la causa de las problemáticas y a su vez ayudar a mejorar la disponibilidad de las mismas.

Finalmente, en el proceso de doblado se tiene un incumplimiento en la producción de tubo 20 segundos fuera del tiempo ciclo lo que genera que quede fuera de objetivo como

PPA (producción por turno) por 48 tubos por turno, a su vez ocasiona que se programe una persona más para trabajar más horas fuera del horario del turno, generando así gastos extras. Con ayuda de actividades propias del *TPM* se prestará atención a las necesidades de la máquina y con la participación de los departamentos involucrados se buscará mejorar sus condiciones generales.

La situación actual de la línea de producción permite buscar alternativas para para eficientar la productividad ya que actualmente solo trabaja un turno, pero a partir del mes de enero del 2023 se tiene pronosticado un aumento en los requerimientos de producción por lo cual será necesario trabajar más de un turno y con la posibilidad de triplicar dicha demanda, por esto es importante implementar un plan de mejora para no poner en riesgo el futuro cumplimiento con el cliente el cual es Nissan planta Aguascalientes.

Participar en este proyecto permitirá al practicante tener contacto con problemas reales en la industria para de esta manera conocer la realidad laboral y afianzar una formación académica y profesional. También para complementar lo estudiado teóricamente con la ayuda de las destrezas y las habilidades obtenidos en el campo laboral. Finalmente podrá identificar las herramientas que mejor se adapten en la búsqueda de alternativas de solución de problemáticas.

9. OBJETIVOS (GENERALES Y ESPECIFICOS).

Objetivo general:

Incrementar la productividad *OEE* (eficiencia general de los equipos) en la línea de *manifuld 2* un 10%

Objetivos específicos:

- Reducir un 30% la generación de *scrap* aumentando la calidad en cabina 1 de soldadura.

En la cabina 1 de soldadura se tiene un promedio de 7 piezas defectuosas, como hasta este punto del proceso la pieza tiene un costo de 1120 pesos por pieza, esto al multiplicarlo por las desechadas se tenía una pérdida por defectivo de \$7840 pesos diariamente. Se pretende reducir al menos un 30% la generación de dicho defectivo, es decir si diariamente se desechan 7 piezas reducirlo al final del proyecto a 5 piezas que equivale a reducir de 7840 a 5600 pesos el desperdicio por defectos diario, lo que se refiere que al mes se reducirá de 125440 a 89600, pero intentando reducirlo al máximo.

- Reducir los tiempos de paro en las cabinas 2,3,4 y 5 un 15%

En el resto de las cabinas, el desperdicio por *scrap* no es un problema considerable, ya que en estas existe la posibilidad de re trabajos de soldadura, sin embargo en estas cabinas de soldadura se producen los mayores tiempos de paro de línea, en el mes de julio aproximadamente el 50% de los paros totales en la línea de *manifuld 2* se presentaron en las cabinas, las causas son muy variadas por lo cual es necesario trabajar en las alternativas que nos puedan ayudar a optimizar las condiciones y el funcionamiento correcto de las máquinas para con ello aumentar la disponibilidad.

- Reducir tiempos de paro de la dobladora de tubo un 15%.

En el proceso de doblado se tiene un incumplimiento en la producción de tubo 20 segundos fuera del tiempo ciclo lo que genera que quede fuera de objetivo como *PPA* (producción por turno) por 48 tubos por turno, a su vez ocasiona que se programe una persona más para trabajar más horas fuera del horario del turno, generando así gastos extras, la causa principal de la problemática son los tiempos de paro constantes en la maquina tanto por ajustes de ruta y por otros paros constantes. Con ayuda de actividades propias del *TPM* se prestará atención a las necesidades de la máquina y con la participación de los departamentos involucrados se buscará mejorar sus condiciones generales.

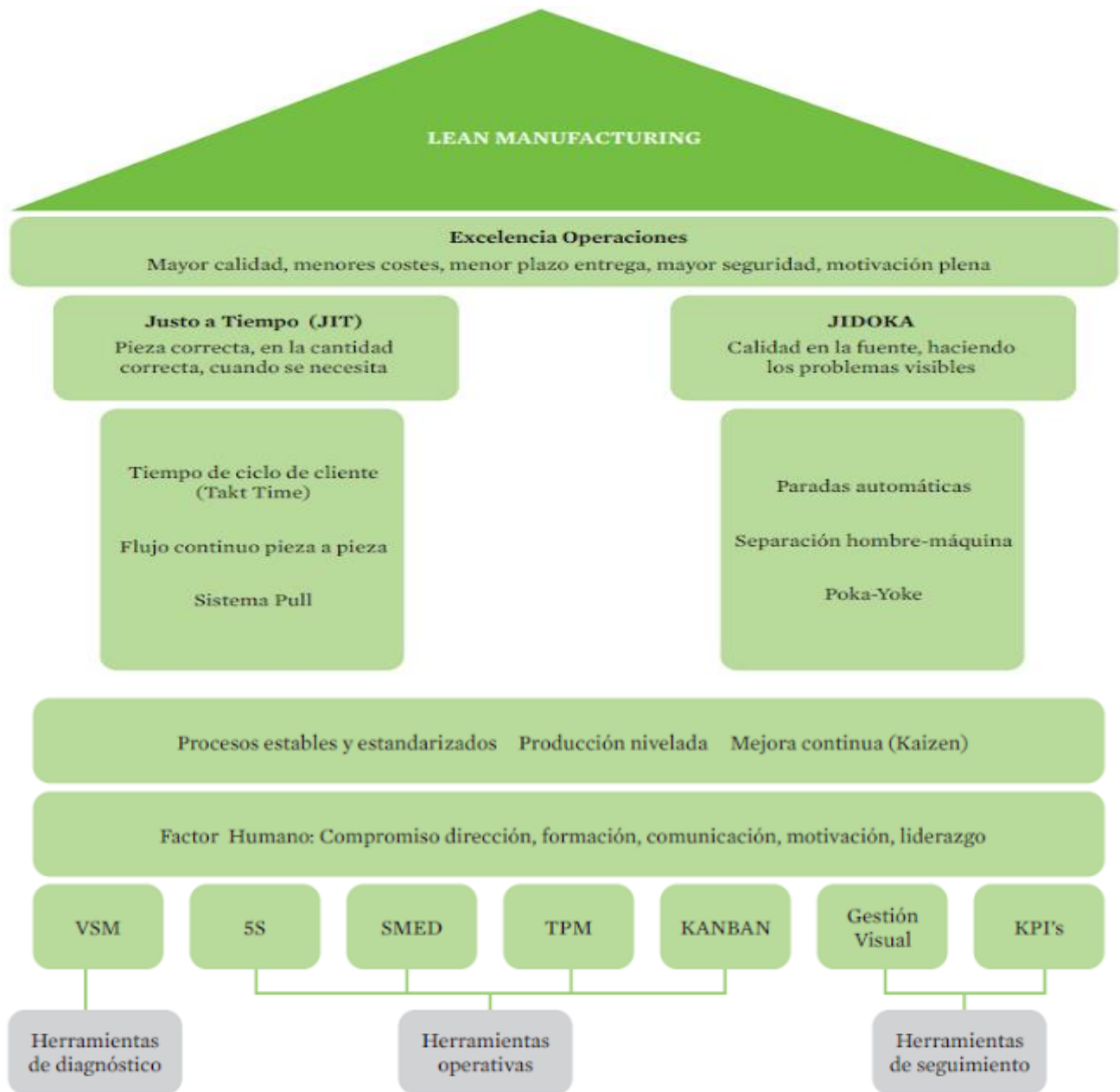
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

10. MARCO TEORICO (FUNDAMENTOS TEORICOS).

QUE ES LEAN MANUFACTURING.

Lean / Manufacturing (manufactura esbelta o ágil) es el nombre que recibe el sistema Just In Time en Occidente, También se ha Llamado manufactura de Clase Mundial y Sistema de Producción Toyota. Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero si costo y trabajo. Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas bien organizados y capacitados. Debemos entender que *Lean Manufacturing* es el esfuerzo incansable y continuo para crear empresas más efectivas, innovadoras y eficientes (*Bodek*). El verdadero poder de *Lean Manufacturing* radica en descubrir continuamente en toda empresa aquellas oportunidades de mejora que están escondidas, pues siempre habrá desperdicios susceptibles de ser eliminados. Se trata entonces de crear una forma de vida en la que se reconozca que los desperdicios existen y siempre serán un reto para aquellos que estén dispuestos a encontrarlos y eliminarlos. Hiroshi Okuda, presidente ejecutivo y director de Toyota *Motors*, dijo: "Quiero que todos en Toyota cambien, o al menos que no sean un obstáculo para que los demás cambien. También quiero que todos pongan por escrito sus planes de cambio para el año".

Una empresa *Lean*, esbelta o ágil, que quiera obtener el mejor beneficio dadas las condiciones cambiantes de un mundo globalizado, debe ser capaz de adaptarse rápidamente a los cambios. Para ello debe recurrir a las herramientas idóneas de mejora, prevención, solución de problemas y administración disponibles, tener hábitos que influyan en la Cultura y disponer de una administración congruente con Liderazgo que motive el cambio y el auto crecimiento. (L, 2019). En la figura numero uno podemos observar todas las herramientas que abarca y que nos puede proporcionar la manufactura esbelta.



*Figura 1. Casa lean Manufacturing
(Lean manufacturing, 2019)*

BREVE HISTORIA DEL SISTEMA DE PRODUCCION TOYOTA (*LEAN MANUFACTURING*)

La historia de Toyota se inició con Sakichi Toyoda, inventor y pensador japonés que nació en 1867 cerca de la ciudad de Nagoya, Japón. De niño, Toyoda aprendió el oficio de carpintero, heredado de su padre; más adelante, en 1890, aplicaría conocimientos aprendidos en ese oficio en la invención de sus telares automáticos.

En este largo Camino, Toyoda trabajó arduamente durante extensas jornadas y logro concebir varios inventos, uno de los cuales es significativo en esta historia: un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía un hilo, e inclinaba con una señal visual al operador que la máquina se había detenido y que necesitaba atención. Este invento se conoce como *jidoka*, que significa automatización de los defectos o automatización con enfoque humano.

Este invento se convirtió en uno de los pilares más importantes para la industria de los telares, lo que le valió a Sakichi Toyoda ser considerado entre los japoneses como un gran ingeniero y el rey de los inventores de Japón.

En 1894 nació su hijo Kiichiro Toyoda, quien más adelante iniciaría labores en la fábrica de Sakichi, *Toyoda Loom Works*, en donde aplicó un enfoque muy técnico para el mejoramiento de los telares de su padre y logro que los equipos se mantuvieran trabajando ininterrumpidamente sin paros por fallos durante largas jornadas. Así, en 1924, Kiichiro completó el diseño de la máquina de hilados tipo G, la cual podía trabajar varios turnos sin interrupción.

En 1929, Kiichiro viajó a Inglaterra para negociar la venta de las patentes de su invento "a prueba de errores" a los hermanos Platt, quienes pagaron 100,000 libras esterlinas por el invento.

Con este capital, Kiichiro inició la *Toyota Motor Company* (Fujimoto, 1999). El Sistema de Producción Toyota, popularmente conocido como *Just In Time* (justo a tiempo), tuvo su origen en Japón como resultado de la necesidad de hacer funcionar una economía (y, por ende, a una nación) devastada por la Segunda Guerra Mundial. Al finalizar ésta, los japoneses se dieron cuenta de que todo ese gran esfuerzo por destacar y tratar de impresionar al mundo con su fuerza bélica debía cambiar radicalmente, dar un nuevo

giro. En la figura numero dos se puede ver mediante una línea de tiempo los acontecimientos importantes que fueron dando forma a lo que en la actualidad es conocido como *Lean Manufacturing*. (L, 2019)

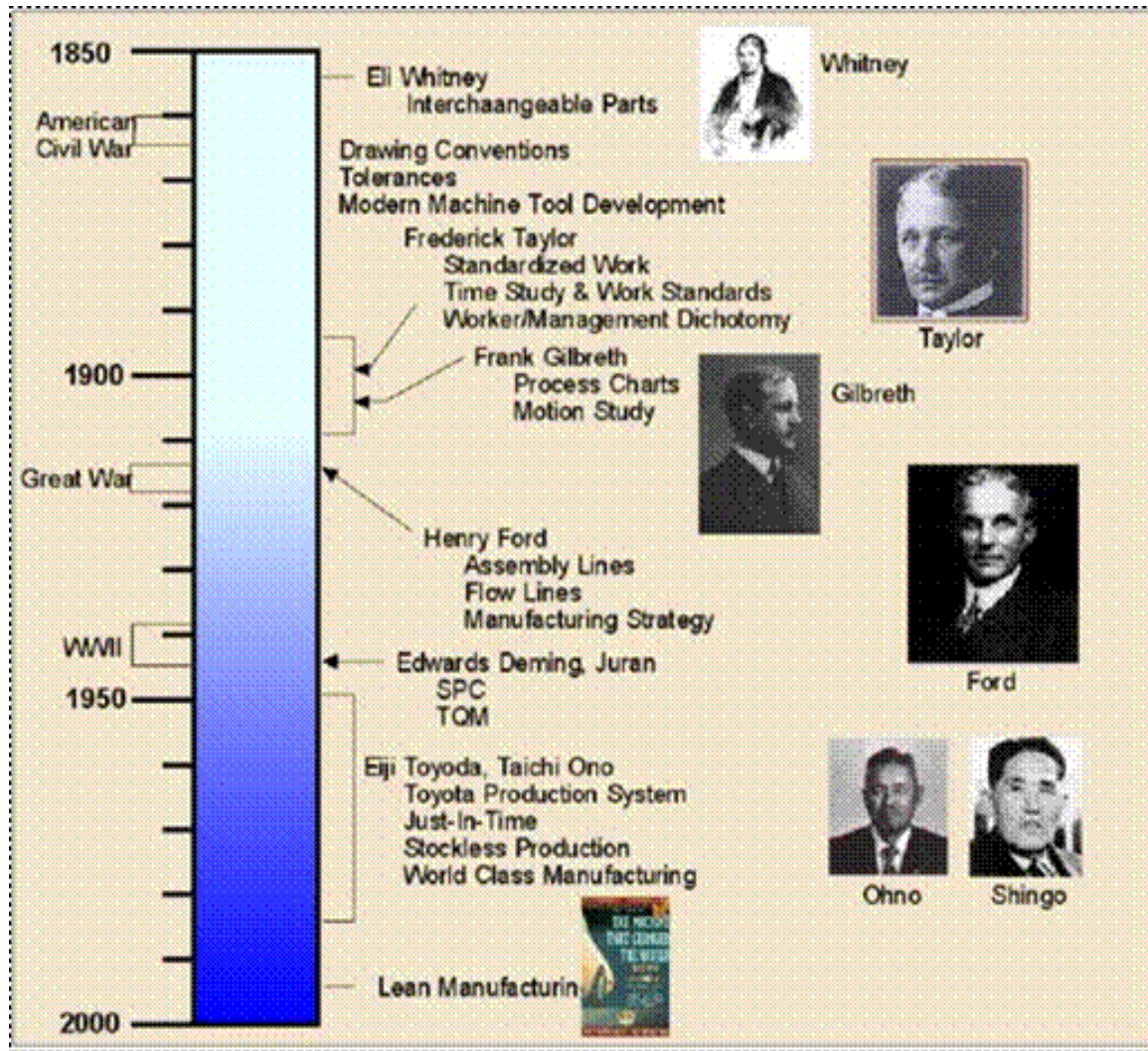


Figura 2. Secuencia histórica de Lean Manufacturing

(Huerta, 2010)

PRINCIPALES HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING.

Se contabilizan aproximadamente 30 herramientas de *lean Manufacturing*, entre las cuales destacan las siguientes.

- *Value stream mapping.*
- Herramienta de las 5'S
- Heijunka
- SMED
- Poka-yoke
- *TPM*
- *Just in time*
- Kanban
- Kaizen
- Jidoka
- Sistema *Pull*
- Kpy's

QUE ES EL TPM.

La definición que presenta el JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) que es el Instituto que ha desarrollado la metodología y conceptos del *TPM* y quienes tienen registrada la marca de *TPM*®, es la siguiente:

“El *TPM* se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene todas las pérdidas en todas las operaciones de las empresas. Esto incluye cero accidentes, cero defectos y cero fallos en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos.” (Laverde, 2006), La figura tres nos muestra a que se refieren las iniciales del TPM de una manera clara y simple.

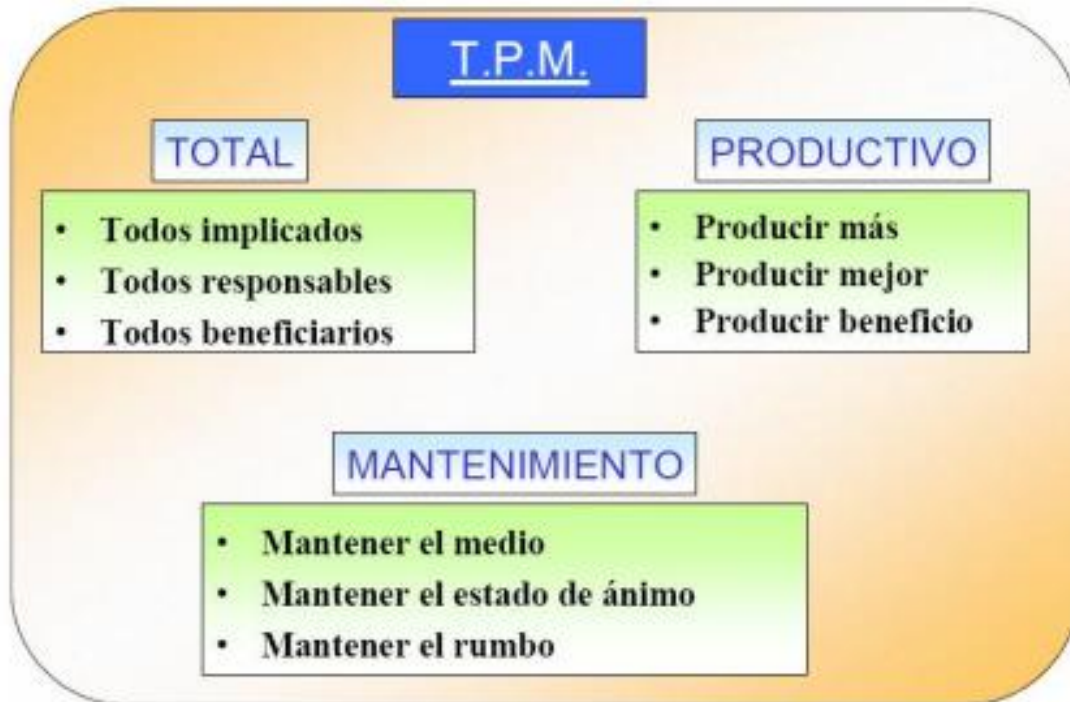


Figura 3. Significado del TPM

(Castilla, 2008)

HISTORIA Y ORIGENES DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).

El *TPM* es una evolución de la Manufactura de Calidad Total, derivada de los conceptos de calidad. El Dr. Deming inició sus trabajos en Japón a poco de terminar la Segunda Guerra Mundial.

Como experto en estadística, Deming comenzó por mostrar a los japoneses cómo podían controlar la calidad de sus productos durante la manufactura mediante análisis estadísticos. Al combinarse los procesos estadísticos y sus resultados directos en la calidad con la ética de trabajo propia del pueblo japonés, se creó toda una cultura de la calidad, una nueva forma de vivir. De ahí surgió *TQM*, "*Total Quality Management*" un nuevo estilo de manejar la industria. En los años recientes se le ha denominado más comúnmente como "*Total Quality Manufacturing*" o sea Manufactura de Calidad Total.

Cuando la problemática del mantenimiento fue analizada como una parte del programa de TQM, algunos de sus conceptos generales no parecían encajar en el proceso.

Usando las técnicas de Mantenimiento Preventivo (PM), se desarrollaron horarios especiales para mantener el equipo en operación. Sin embargo, esta forma de mantenimiento resultó costosa y a menudo se daba a los equipos un mantenimiento excesivo en el intento de mejorar la producción. Se aplicaba la idea errónea de que "si un poco de aceite es bueno, más aceite debe ser mejor". Se obedecía más al calendario de PM que a las necesidades reales del equipo y no existía o era mínimo el involucramiento de los 17 operadores de producción.

Con frecuencia el entrenamiento de quienes lo hacían se limitaba a la información (a veces incompleta y otras equivocada), contenida en los manuales. La necesidad de ir más allá que sólo programar el mantenimiento de conformidad a las instrucciones o recomendaciones del fabricante como método de mejoramiento de la productividad y la calidad del producto, se puso pronto de manifiesto, especialmente entre aquellas empresas que estaban comprometiéndose en los programas de Calidad Total. Para resolver esta discrepancia y aún mantener congruencia con los conceptos de *TQM*, se le hicieron ciertas modificaciones a esta disciplina. Estas modificaciones elevaron el mantenimiento al estatus actual en que es considerado como una parte integral del programa de Calidad Total.

El origen del término *TPM* se ha discutido en diversos escenarios. Mientras algunos afirman que fue iniciado por los manufactureros americanos hace más de cuarenta años, otros lo asocian al plan que se usaba en la planta Nippondenso, una manufacturera de partes eléctricas automotrices de Japón a fines de los 1960's. Seiichi Nakajima un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta, (JIPM), recibe el crédito de haber definido los conceptos de *TPM* y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón.

Los libros y artículos de Nakajima, así como otros autores japoneses y americanos comenzaron a aparecer a fines de los 1980's. En 1990 se llevó a cabo la primera conferencia en la materia en los EEUU. (M.F., 2014)

EPOCA	TIPO DE MANTENIMIENTO APLICADO	PAISES DE APLICACIÓN
ANTES - SIGLO XIX	Mantenimiento de conservación correctiva: solo se arreglaban las máquinas cuando presentaban paros o fallas.	PAISES INDUSTRIALIZADOS DE LA EPOCA
1916 - 1950	Mantenimiento preventivo, detección y tratamiento de anomalías antes de que causen defectos o pérdidas.	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA
AÑOS 50'S y 60's	Se complementa al mantenimiento preventivo con el mantenimiento productivo, se le da más importancia a la fiabilidad para la entrega de servicio al cliente.	JAPON
AÑOS 70'S y 80's	Mantenimiento Productivo Total TPM, basado en el respeto y participación de todo el personal de las compañías.	JAPON Y ALGUNOS PAISES OCCIDENTALES
AÑOS 90'S Y PRINCIPIO DE SIGLO XXI	Se presenta un mantenimiento más participativo y enfocado a la eliminación de desperdicios y pérdida en cualquier área de las compañías a partir de la aplicación del TPM.	GLOBALIZACIÓN, EN TODO EL MUNDO

Tabla 1. Evolución del mantenimiento industrial.

(Lillanueva, 2000)

VENTAJAS DE IMPLEMENTAR TPM.

El *TPM* enfoca sus objetivos hacia la mejora de la eficiencia de los equipos y las operaciones mediante la reducción de fallas, no conformidades, tiempos de cambio, y se relaciona, de igual forma, con actividades de orden y limpieza. Actividades en las que se involucra al personal de producción, con el propósito de aumentar las probabilidades de mantenimiento del entorno limpio y ordenado, como requisitos previos de la eficiencia del sistema. Además, el *TPM* presenta las siguientes ventajas:

- Mejoramiento de la calidad: Los equipos en buen estado producen menos unidades no conformes.
- Mejoramiento de la productividad: Mediante el aumento del tiempo disponible.

- Flujos de producción continuos: El balance y la continuidad del sistema no solo benefician a la organización en función a la disponibilidad del tiempo, sino también reduce la incertidumbre de la planeación.
- Aprovechamiento del capital humano.
- Reducción de gastos de mantenimiento correctivo: Las averías son menores, así mismo se reduce el rubro de compras urgentes.
- Reducción de costos operativos.

Vale la pena considerar que los equipos son susceptibles a un desgaste natural, y a un desgaste forzoso. Las actividades del *TPM* se enfocan en eliminar los factores de desgaste forzoso, aumentando el cuidado sobre el equipo y las instalaciones. (Salazar, 2022)

Organizativos	Seguridad	Productividad
Mejora de calidad del ambiente de trabajo Mejor control de las operaciones Incremento de la moral del empleado Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas Aprendizaje permanente Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad. Dimensionamiento adecuado de las plantillas	Mejora las condiciones ambientales Cultura de prevención de eventos negativos para la salud. Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas Entender el porqué de ciertas normas, en lugar de cómo hacerlo. Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.	Elimina pérdidas que afectan la productividad de las plantas. Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos Reducción de los costes de mantenimiento Mejora de la calidad del producto final. Menor coste financiero por recambios. Mejora de la tecnología de la empresa Aumento de la capacidad de

de personal. Redes de comunicación eficaces.	Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.	respuesta a los movimientos del mercado Crear capacidades competitivas desde la fábrica
--	--	--

Tabla 2. Beneficios del TPM. (Morales, 2012)

PILARES DEL TPM.

Los pilares en lo que se basa, o se sustenta, el *TPM* son una serie de procesos fundamentales por los que sirve de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Los pilares considerados como necesarios para el *TPM* son:

PILAR 1: Mejora enfocada o Método Kaizen.

Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo con el objetivo de maximizar la efectividad de los equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos y centran su atención en la eliminación de las pérdidas existentes en las plantas industriales. Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua similar al existente en los procesos aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento. Las técnicas *TPM* ayudan a eliminar ostensiblemente las averías de los equipos. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos del conocido Ciclo Deming o PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar). los cuales se ilustran en el siguiente gráfico.



Figura 4. Ciclo Deming (PDCA)

Pasos del ciclo PDCA

Paso 1: Selección del tema de estudio.

En este paso se debe seleccionar el tema de estudio utilizando diferentes criterios:

- Problemas de calidad y entregas de producto terminado.
- Relación con otros procesos de mejora continua.
- Posibilidades de utilizar la solución en otras áreas o equipos de la empresa.
- Criterios organizativos.

Paso 2: Crear la estructura para el proyecto.

Generalmente esta estructura es la de un equipo inter funcional, interviniendo personal de distintas áreas y funciones, como ser supervisores, ingenieros, operarios, técnicos, etc.

Un factor muy importante para el éxito de este tipo de proyectos radica en la gestión del equipo de trabajo, desde su comunicación hasta como se realiza el seguimiento de las tareas.

Paso 3: Identificar la situación actual y formular objetivos.

Aquí se debe realizar un análisis del problema e identificar las principales pérdidas asociadas con el mismo. Es necesario, en esta fase, recopilar toda la información pertinente al problema en estudio, como ser fallas, historial de reparaciones y otra información necesaria. Esta información debe ser consolidada para facilitar su interpretación y poder realizar un correcto diagnóstico de la situación actual. Una vez determinada la situación actual se deben establecer los objetivos o metas que se quieren alcanzar con este proyecto.

Paso 4: Diagnóstico del problema.

Como paso previo al diagnóstico del problema se deben establecer y mantener las condiciones básicas que aseguren el correcto funcionamiento del equipo. Algunas de estas condiciones son: limpieza, lubricación, ajustes diarios (tuercas, tornillos, etc.), etc. Para esto es necesario realizar actividades de mantenimiento autónomo sobre el equipo para mantener estas condiciones. Para lograr el diagnóstico del problema se pueden utilizar distintas técnicas de la calidad, como ser:

- Análisis de causa raíz
- Método *Why & Why*, o de los 5 porque
- Análisis de datos.

Paso 5: Crear plan de acción.

Luego de haber investigado y analizado las distintas causas del problema en estudio es necesario establecer un plan de acción para eliminar la o las causas de este. El plan debe incluir distintas propuestas de mejoras y las actividades que deberá realizar el personal involucrado. Para esto se deben detallar las actividades asignadas a cada persona en particular.

Paso 6: Implementar mejoras.

Este paso comprende la realización de las actividades de mejora definidas en el paso cinco. Es importante contar durante la implementación con la participación de todas las personas involucradas en este proyecto, incluyendo siempre al operador del equipo en cuestión (en el caso de que la mejora sea sobre un equipo). Siempre que deban realizarse modificaciones sobre la planificación de las tareas o cambios en las mismas se debe informar a todo el personal involucrado y escuchar las opiniones que tengas.

Paso 7: Evaluar los resultados.

Por último, se deben evaluar los resultados obtenidos con las mejoras implementadas. Es recomendable publicar estas mejoras en carteleras dentro de la empresa para informar a todo el personal sobre las mismas. (Alvarez, 2018)

El sistema *TPM* habla de 6 tipos de pérdidas a eliminar de nuestros procesos productivos:

- A. Fallos en los equipos principales.
- B. Cambios y ajustes no programados.
- C. Ocio y paradas menores.
- D. Reducción de velocidad.
- E. Defectos en el proceso.
- F. Pérdidas de arranque.

* De estas 6 pérdidas se hablará en la página número 34

PILAR 2: Mantenimiento autónomo o Jisho Hozen.

El propósito del mantenimiento autónomo es enseñar a los operarios cómo mantener sus equipos por medio de la realización de chequeos diarios, lubricación, reposición de elementos, reparaciones, chequeos de precisión y otras tareas de mantenimiento, incluyendo la detección temprana de anomalías.

Cada operario/a es responsable del mantenimiento de su propio equipo

Tradicionalmente, el pensamiento habitual entre los operarios de máquinas ha sido "Yo la manejo, tú la arreglas». Los operarios se consideraban solamente responsables de la preparación y montaje de las piezas no procesadas y de la inspección de calidad de las piezas procesadas. Veían todo el mantenimiento, incluyendo el pequeño mantenimiento y lubricación, como responsabilidad del personal de mantenimiento. Actualmente, debería ser obvio que esta manera de pensar es un error. Ahora y entonces, algunos operarios pueden desviarse de esta actitud (filosofía) y echar una mano en tareas de mantenimiento, pero normalmente la actitud «Yo la manejo, tú la reparas» es la más común y frecuente. Las consecuencias son tristes, si pensamos en los operarios que pueden evitar averías simplemente observando las anomalías a través del contacto físico con la máquina -usando un poco de tiempo apretando tornillos flojos, lubricando las partes secas y eliminando la suciedad, localizando suciedad en las superficies de rozamiento o la acumulación de suciedad o aceites en los finales de carrera-o Todos estos hechos reducen la vida del equipo.

Entrenando a los operarios a entender su equipo.

El mantenimiento autónomo requiere que los operarios conozcan su equipo. La experiencia en el trabajo, no sólo debe estar relacionada con hacer funcionar el equipo, también debe incluir muchas tareas que son vistas como trabajo del departamento de mantenimiento. La necesidad de este planteamiento se está convirtiendo en obvia a medida que las empresas introducen robots y sistemas automatizados. Por encima de todo, los operarios necesitan aprender a detectar anomalías. Esto significa desarrollar la habilidad de mirar la calidad de los productos y el funcionamiento del equipo y darse cuenta cuando ocurre algo anormal.

Para ello se requieren las siguientes aptitudes:

1. Entender claramente los criterios y ser capaz de juzgar si algo está normal o anormal. (Capacidad para determinar las condiciones en las que trabaja el del equipo).
2. Cumplimiento estricto de las reglas de funcionamiento. (Capacidad de mantener el equipo en condiciones).

3. Una respuesta rápida a las anomalías. (Capacidad de reparar y restablecer las condiciones del equipo).

Cuando un operario ha dominado las tres aptitudes, conocerá el equipo lo suficientemente bien como para reconocer las causas de futuros problemas y darse cuenta de que «esta máquina va a producir defectos», o «esta máquina está a punto de averiarse».

1. Capacidad de detectar anomalías y realizar mejoras.

- Capacidad de observar y descubrir anomalías en el equipo y el producto.
- Entender la importancia de una lubricación correcta, incluyendo procedimientos de lubricación y de inspección de ésta.
- Entender la importancia de la limpieza (inspección) y de correctos procedimientos de limpieza
- Entender la importancia de la localización de corte y aceite esparcidos, y la habilidad de mejorar su localización.
- Capacidad de restaurar o reparar (mejorar) las anomalías que se descubren.

2. Capacidad de entender las funciones del equipo y sus mecanismos, así como habilidad para detectar las causas de las anomalías.

- Saber dónde mirar cuando se inspecciona el equipo.
- Capacidad de limpiar e inspeccionar para mantener las prestaciones del equipo en su nivel óptimo.
- Conocer criterios para juzgar las anomalías.
- Entender las relaciones entre causas específicas y anomalías específicas.
- Ser capaz de juzgar con confianza cuándo se debe parar el equipo.
- Cierta capacidad para realizar un diagnóstico de averías.

3. Capacidad para entender las relaciones entre el equipo y la calidad, y capacidad para predecir problemas de calidad y detectar sus causas.

- Capacidad para analizar físicamente problemas relacionados con el fenómeno.
- Entender la relación entre las características de calidad del producto y el equipo.
- Entender los rangos de tolerancia para precisión estática y dinámica, y cómo medir esta precisión.
- Entender las causas que hay detrás de los defectos.

4. Habilidad para realizar reparaciones.

- Capacidad para sustituir componentes.
- Conocer las expectativas de la vida útil de las piezas.
- Capacidad para deducir las causas de averías.
- Capacidad para tomar medidas de emergencia.

Capacidad para participar en reparaciones generales. (Kunio, 1994)

Paso	Capacidades	Relación con el mantenimiento autónomo	Formación relacionada			
1.	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para reconocer anomalías de los equipos • Habilidad para hacer mejoras 	<p>Paso 1: Limpieza inicial</p> <hr/> <p>Paso 2: Eliminar las fuentes de contaminación y áreas inaccesibles</p> <hr/> <p>Paso 3: Creación y puesta en práctica de los estándares de limpieza y lubricación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar intuición para identificar anomalías • Desarrollar la habilidad de hacer mejoras que eliminen anomalías <p>Cuando los propios operarios crean los estándares, son más capaces de mantenerlos</p>	<table border="1"> <tr> <td>Introducción al TPM-educación</td> <td>Encargado o superiores</td> </tr> </table>	Introducción al TPM-educación	Encargado o superiores
Introducción al TPM-educación	Encargado o superiores					
2.	Comprender las funciones y mecanismos del equipo	Paso 4: Inspección general	<p>Los operarios experimentados enseñan a los menos expertos las condiciones apropiadas del equipo, y otros conocimientos relacionados con el mantenimiento</p> <table border="1"> <tr> <td>Estudios sobre inspección general</td> <td>Líderes grupo o jefes depto.</td> </tr> </table>	Estudios sobre inspección general	Líderes grupo o jefes depto.	
Estudios sobre inspección general	Líderes grupo o jefes depto.					
3.	Comprender la relación entre condiciones de equipo y calidad	<p>Paso 5: Inspección autónoma</p> <hr/> <p>Paso 6: Organización y limpieza del lugar de trabajo (gestión y control del lugar de trabajo)</p> <hr/> <p>Paso 7: Implantación plena del programa de mantenimiento autónomo</p>	<p>Organización de los datos que describen las condiciones del equipo libre de defectos, y gestión del mantenimiento para apoyar esas condiciones</p> <table border="1"> <tr> <td>Estudio de análisis P-M</td> <td>Jefe depto. o de sección, o líder grupo</td> </tr> </table>	Estudio de análisis P-M	Jefe depto. o de sección, o líder grupo	
Estudio de análisis P-M	Jefe depto. o de sección, o líder grupo					
4.	Habilidad para reparar el equipo	<p>Pequeñas reparaciones</p> <hr/> <p>Grandes reparaciones</p>	<p>(Aprendizaje mediante cursos)</p> <table border="1"> <tr> <td>Mejora de capacidad de mantenimiento</td> <td>Encargado, staff PM, operarios</td> </tr> </table>	Mejora de capacidad de mantenimiento	Encargado, staff PM, operarios	
Mejora de capacidad de mantenimiento	Encargado, staff PM, operarios					

Tabla 3. Formar operarios para el mantenimiento autónomo.

PILAR 3: Mantenimiento programado.

Mantenimiento planeado consiste en lograr mantener el equipo y el proceso en estado óptimo por medio de actividades sistemáticas y metódicas para construir y mejorar continuamente a fin de evitar paradas innecesarias. Para conseguirlo, se establecen unas medidas como son:

- a) Establecer contramedidas diarias.
- b) Confirmar planes y acciones de mantenimiento programado.
- c) Mejorar la vida útil de los equipos e instalaciones.
- d) Control de repuestos y *stocks*.
- e) Perfeccionar el análisis, capacidad de diagnóstico y prevención de averías.
- f) Confirmar planes de lubricación.

PILAR 4: Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen.

El *TPM* tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad controlando las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen impacto directo en la calidad del producto. Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo, pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final.

Para conseguir este pilar, se pueden realizar las siguientes medidas:

- A. Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad.
- B. Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para “cero defectos” y que estas se encuentran dentro de los estándares técnicos.
- C. Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anomalía potencial.
- D. Identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en la calidad del producto final y realizar el control de estos elementos de la máquina.

PILAR 5: Prevención del Mantenimiento.

Este pilar se centra en las actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías.

Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

PILAR 6: Mantenimiento de áreas soporte.

Su objetivo es lograr que las mejoras lleguen a la gerencia de los departamentos administrativos y actividades de soporte y que no solo sean actividades en la planta de producción. Estas mejoras buscan un fortalecimiento de estas áreas, al lograr un equilibrio entre las actividades primarias de la cadena de valor y las actividades de soporte.

En estos departamentos las siglas del *TPM* toman estos significados:

T.- Total Participación de sus miembros.

P.- Productividad (volúmenes de ventas y ordenes por personas).

M.- Mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos.

PILAR 7: Polivalencia y desarrollo de actividades.

Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo con las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo.

El *TPM* requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

a) Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.

b) Comprender el funcionamiento de los equipos.

c) Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.

- d) Poder de analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- e) Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.
- f) Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.

PILAR 8: Seguridad y entorno.

Se busca lograr el objetivo de “cero accidentes” y “cero contaminaciones”. Para crear ambientes seguros, higiénicos y medio ambientales buenos, aparte de ser motivadores. La contaminación en el ambiente de trabajo puede llegar a producir un mal funcionamiento de una máquina y muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo.

Las acciones que realizar para llegar a conseguir este pilar son:

- A. Establecer medidas de seguridad del equipo / instalación.
- B. Lograr condiciones laborales más seguras.
- C. Mejorar el medio ambiente laboral (ruidos, vibraciones, suciedad, etc.).
- D. Evitar la contaminación ambiental.
- E. Cuidar la salud de los trabajadores.
- F. Promover acciones de limpieza e higiene. (Álvarez, 2018)



Figura 5. Pilares del TPM.

LAS SEIS GRANDES PERDIDAS.

Estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

Fallas en los equipos principales

Las averías causan dos problemas' Pérdidas de tiempo, cuando se reduce la producción, y pérdidas de cantidad, causadas por productos defectuosos. Las averías esporádicas, fallos repentinos, drásticos o inesperados del equipo, son normalmente obvias y fáciles de corregir. Las averías menores de tipo crónico son a menudo ignoradas o descuidadas después de repetidos intentos fallidos de remediarlas.

Cambios y ajustes no programados

Cuando finaliza la producción de un elemento y el equipo se ajusta para atender los requerimientos de un nuevo producto, se producen pérdidas durante la preparación y ajuste, al aparecer tiempos muertos y productos defectuosos como consecuencia del cambio.

Ocio y paradas menores

Una parada menor surge cuando la producción se interrumpe por una falla temporal o cuando la máquina está inactiva. Puede suceder que alguna pieza bloquee una parte de un transportador, causando inactividad en el equipo; otras veces, los sensores alertados por productos defectuosos paran los equipos. Estos tipos de paradas temporales difieren claramente de las averías. La producción normal es restituida moviendo las piezas que obstaculizan la marcha y reajustando el equipo.

Reducción de Velocidad

Las pérdidas de velocidad reducida se refieren a la diferencia entre la velocidad de diseño del equipo y la velocidad real operativa. Es típico que en la operación del equipo la pérdida de velocidad sea pasada por alto, aunque constituye un gran obstáculo para su eficacia. La meta debe ser eliminar la diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad real.

Defectos en el proceso

Los defectos de calidad y la repetición de trabajos son pérdidas de calidad causadas por el mal funcionamiento del equipo de producción. En general, los defectos esporádicos se corrigen fácil y rápidamente al normalizarse las condiciones de trabajo del equipo. La reducción de los defectos y averías crónicas, requieren de un análisis más cuidadoso, siguiendo el proceso establecido por la ruta de la calidad, para remediarlos mediante acciones innovadoras.

Pérdidas de Arranque

Las pérdidas de puesta en marcha son pérdidas de rendimiento que se ocasionan en la fase inicial de producción, desde el arranque hasta la estabilización de la máquina. El volumen de pérdidas varía con el grado de estabilidad de las condiciones del proceso, el nivel de mantenimiento del equipo, la habilidad técnica del operador, etc. Este tipo de pérdidas está latente, y la posibilidad de eliminarlas es a menudo obstaculizada por la falta de sentido crítico, que las acepta como inevitables.



Figura 6. Las grandes pérdidas y sus agrupaciones.

Tipo	Pérdidas	Tipo y características	Objetivo
Tiempos muertos y de vacío	1. Averías	Tiempos de paro del proceso por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicas, de los equipos	Eliminar
	2. Tiempos de reparación y ajuste de los equipos	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas o útiles necesarios para su puesta en marcha	Reducir al máximo
Pérdidas de velocidad del proceso	3. Funcionamiento a velocidad reducida	Diferencia entre velocidad actual y la de diseño del equipo. Mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño	Anular o hacer negativa la diferencia con el diseño
	4. Tiempo en vacío y paradas cortas	Intervalos de tiempo en que el equipo está en espera para poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios	Eliminar
Productos o procesos defectuosos	5. Defectos de calidad y repetición de trabajos	Producción con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos	Eliminar productos y procesos fuera tolerancias
	6. Puesta en marcha	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas	Minimizar según técnica

Tabla 4. Clasificación de las 6 grandes pérdidas y sus características.

(Arbos, 2012)

EL OEE.

Este indicador mide la eficiencia productiva de la maquinaria involucrando factores como la disponibilidad, rendimiento y calidad. El OEE ayuda a orientar el tipo de acciones que se deben tomar dentro de las organizaciones en la aplicación del TPM y a conocer la eficiencia real de los equipos.

$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Tasa de rendimiento} * \text{Tasa de Calidad}.$

Fórmula y forma de cálculo de OEE			
Elementos que conforman la fórmula del OEE			
OEE =	Ratio de Disponibilidad (%)	x	Ratio de Rendimiento (%) x Ratio de Calidad (%)
OEE =	$\frac{\text{Tiempo de Funcionamiento}}{\text{Tiempo Programado de Producción}}$	x	$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades que teóricamente deberíamos haber producido}}$ x $\frac{\text{Unidades buenas}}{\text{Unidades producidas}}$
(Cálculo)	$\frac{\text{Tiempo Programado de Producción} - (\text{averías} + \text{esperas} + \text{restricción línea})}{\text{Tiempo Programado de Producción}}$		$\frac{\text{Unidades producidas} - (\text{scrap} + \text{retrabajos})}{\text{Unidades producidas}}$
**Si no hay pérdidas el OEE sería del 100% (la máquina ideal)			

Figura 7. Cálculo del OEE.

A continuación, la definición de las variables involucradas en las fórmulas:

Elementos del OEE

Ratio de disponibilidad refleja el tiempo durante el cual la maquina está fabricando productos, comparado con el tiempo que podría haber estado fabricando productos. Una ratio de disponibilidad de menos de un 100% indica que tenemos pérdidas de tiempo: averías, esperas y restricciones de línea.

Ratio de rendimiento refleja que ha producido la máquina, comparado con lo que tendría que haber producido (es decir la producción que deberíamos obtener si la maquina funcionara a la velocidad máxima teórica durante el tiempo de funcionamiento actual), Una ratio de rendimiento menor de un 100% indica que tenemos perdidas de velocidad: micro paradas, velocidad reducida.

Ratio de calidad refleja los productos buenos que hemos obtenido, comparado con el total de productos que hemos fabricado. Una ratio de calidad menor al 100% indica que tenemos pérdidas de calidad: scrap, (desecho) y re trabajos, así como pérdidas en el arranque de máquina.

Tiempo de Carga: Es la disponibilidad neta de un equipo en un tiempo determinado, es decir el tiempo total disponible menos el tiempo muerto planificado o necesario.

Tiempo de paradas: Es la suma del tiempo de paradas que suceden en un periodo determinado que no estaba planificado producir (festivos, almuerzos, mantenimientos, etc.).

Output: Total de piezas producidas en un periodo determinado.

Tiempo de Ciclo Ideal: Es el mínimo tiempo de un ciclo en el que se espera que el proceso transcurra en circunstancias óptimas.

Tiempo de Operación: Es la capacidad de la máquina. Se denomina también capacidad máxima u óptima equivalente también a rendimiento total.

Cantidad de productos aceptables: Es el número de unidades conformes, buenas o no rechazadas de un proceso determinado.

Cantidad total (Input): Es el número total de piezas que salieron en un proceso determinado ya sea aceptable o no aceptable.

Clasificación OEE

El valor del *OEE* permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia. De esta manera se tiene la siguiente clasificación:

1. $OEE < 65\%$ Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.

2. $65\% < OEE < 75\%$ Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.

3. $75\% < OEE < 85\%$ Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la *World Class*. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.

4. $85\% < OEE < 95\%$ Buena. Entra en Valores *World Class*. Buena competitividad.

5. $OEE > 95\%$ Excelencia. Valores *World Class*. Excelente competitividad.

Disponibilidad	Hora de Inicio
	Hora de Finalización
	Horas Trabajadas
	Horómetro Inicial
	Horómetro Final
	Horas Operativas
	Receso 1
	Receso 2
	Total Recesos
Desempeño	Hora Estimada de Inicio
	Hora Estimada de Finalización
	Horas Estimadas de Operación
	Hora Real de Inicio
	Hora Real de Finalización
	Horas Reales de Operación
	Unidades Estimadas por Hora
	Total Unidades Estimadas
	Total Unidades Producidas
	Calidad
Unidades Desechadas	
Unidades a Reproceso	
Unidades de Muestra	
Merma en Unidades	
Total Unidades Aceptadas	

Tabla 5. Hoja del cálculo del OEE.

Beneficios de implementar el OEE como parte de la implementación del TPM:

A corto plazo este indicador ayuda a identificar la oportunidad de mejora que existe, para un determinado grupo de equipos o procesos (donde se realiza la medición).

A largo plazo sirve como base para guiar el proceso de implementación del TPM y observar los frutos del mismo. Además, ayuda en la determinación de objetivos o metas a futuro, de modo que es un gran indicador para mostrarle a la empresa donde se encuentra y determinar hacia dónde quiere llegar. (Kunio F. , 1991)

5'S COMO BASE DEL TPM.

5S es una herramienta que pertenece a *Lean Manufacturing*, es de origen japonés y define prácticas de mejoras en orden y limpieza, a la vez que crea estándares en procesos eficaces y eficientes.

Al mejorar efectivamente las áreas de trabajo, eleva la productividad de los procesos empresariales.

Su uso y puesta en práctica, impulsa la mejora de la cadena de valor en el caso de un negocio, e inclusive mejora tu vida personal y profesional si trabajas como autónomo o independiente.

Siempre se ha considerado una herramienta de alto valor para mejorar productividad y eficiencia, pero hoy día, los procesos ágiles la toman como punta de lanza, por su capacidad rápida de eliminar desperdicios (muda en japonés) que no aportan valor al producto/servicio final; es decir, aquello que recibe el cliente.

Objetivos de la estrategia de las 5S

Personal — relacionados con la actitud, cambios de conducta, eliminación de malos hábitos.

Fomentar en el personal de la empresa la necesidad de mejorar continuamente, tanto en el ámbito personal como en el laboral, además de abandonar prácticas erróneas y despertar un espíritu emprendedor en el desarrollo de actividades de mejora y eliminar paradigmas que detienen el progreso por malos hábitos.

Según la experiencia a nivel mundial, el éxito viene por poseer una actitud dispuesta a producir cambios de manera constantes, mediante la colaboración, entusiasmo, dedicación y aportación de ideas para desarrollarlas.

Equipo de trabajo — con base en liderazgo práctico para la solución de problemas

En los equipos de trabajo surgen líderes que impulsan la implementación de actividades de mejora, quienes estimulan que los demás se involucren ya sea en la generación de ideas para la solución de problemas como la participación de los miembros del equipo. Por otro lado, tanto la Alta Dirección como los líderes asumen el papel protagónico de involucrarse ellos mismos dando el ejemplo y animando a los demás a que cooperen con un espíritu de unidad.

Empresarial — enfocado a las mejoras del ambiente de trabajo y logro de objetivos

Es importante fomentar la cooperación, participación e integración entre los equipos de trabajo en general o equipos que desarrollan proyectos de mejora, lo que facilitará su anuencia en la creación o mantenimiento de un ambiente laboral bien organizado, y la motivación de lograr mejores resultados aplicando la creatividad y el sentido común. Es importante definir acciones que apoyen a la consecución de los objetivos planteados previamente (relacionado con las 5S) que sean ejecutadas por los equipos de las áreas de trabajo asumiendo la responsabilidad de cumplir con lo encomendado, y que la Alta Dirección proporcione los insumos necesarios para que aquellos desarrollen el proceso de mejoramiento.

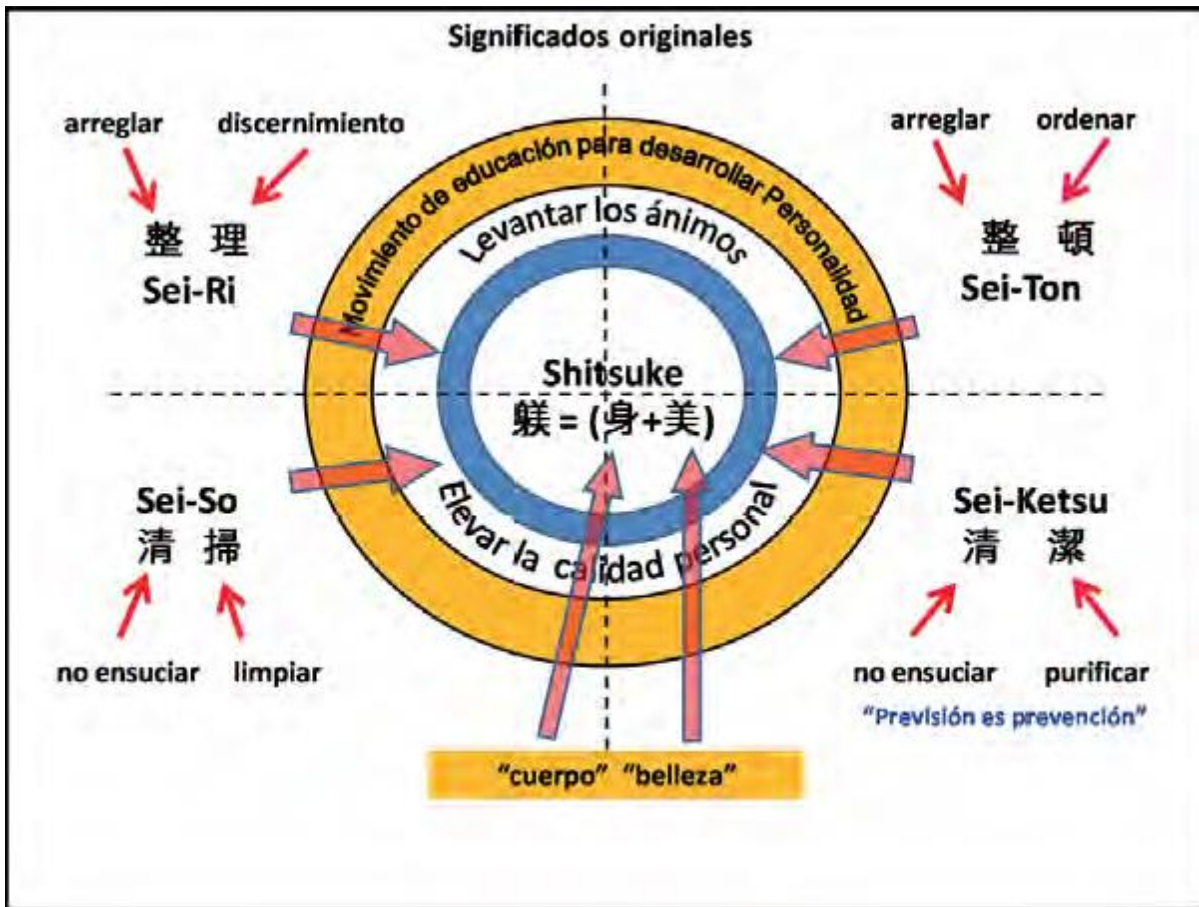


Figura 8. Significados originales de las 5's.

(Rodríguez, 2010).

Beneficios de la estrategia de las 5S

- Reduce elementos innecesarios de trabajo
- Facilita el acceso y devolución de objetos u elementos de trabajo
- Evita la pérdida de tiempo en la búsqueda de elementos de trabajo en lugares no organizados ni apropiados
- Reducción de fuentes que originan suciedad

- Mantiene las condiciones necesarias para el cuidado de las herramientas, equipo, maquinaria, mobiliario,
- instalaciones y otros materiales
- Entorno visualmente agradable
- Creación y mantenimiento de condiciones seguras para realizar el trabajo
- Mejora el control visual de elementos de trabajo
- Crea las bases para incorporar nuevas metodologías de mejoramiento continuo
- Es aplicable en cualquier tipo de trabajo: manufactura o de servicio
- Participación en equipo
- Es un medio para lograr las “siete eficacias” (Rodríguez, 2010)

Seiri (clasificación)

Es la primera fase de la metodología 5S.

Se refiere a “Clasificar” el espacio, dejar lo útil y desechar lo inútil.

Es decir, eliminar aquellos objetos que sean innecesarios y no aporten valor alguno al producto/servicio final.

Si estas mejorando procesos en tu negocio, te recomiendo usar, mientras clasificas y decides, el sistema de semáforo, marcando con color rojo aquello que no te sirve, con amarillo lo que tienes dudas y con verde lo que dejarás. Al final, una vez clasificado todo, desechas lo que definitivamente no aporte valor.

También puedes usar una hoja tipo lista e ir haciendo un *check* de las cosas que vas clasificando para luego determinar el uso final de cada uno.

La idea es Identificar la naturaleza de cada elemento: Separar lo que realmente sirve (necesario) de lo que no (innecesario). Hablo de cosas que van desde herramientas, equipos, papeles, libro, información en el ordenador, etc. Identificar y eliminar.

Seiton (organizar)

Es la segunda fase de la metodología 5S.

Cuando se organiza es conveniente sectorizar el espacio, puedes inclusive (si hablamos de espacio físico) demarcarlo con líneas de colores. Si es un despacho, puedes utilizar separadores, etc.

También hay que identificar el grado de utilidad de cada herramienta, equipo o documento, para poder colocarlo donde mejor pueda estar a efecto de ayudarnos en las tareas que se ejecutan continuamente.

De acuerdo a la frecuencia de uso (tal y como se ve en la imagen) la presencia o no del elemento a usar, define dónde se localizará.

Entonces, para una correcta implantación del *Seiton* puedes hacer lo siguiente:

- Demarcar el espacio de trabajo, archivadores o almacenes, etc.
- Evitar la duplicidad de elementos
- Determinar su frecuencia de uso
- De acuerdo con la frecuencia de uso, ubicar dónde se alojará o guardará

Haciendo estos pasos en un corto espacio de tiempo podrá ver realizada la mejora en el espacio de trabajo, ofreciendo un acceso más rápido a todo y mejorando la calidad del trabajo.

Si has entendido bien, te darás cuenta de que el *Seiton* y el *Seiri* van de la mano.

Su uso en la vida diaria te mejora el ambiente de trabajo, tu motivación, tus relaciones interpersonales y tu productividad.

Seiso (limpieza)

Es la tercera fase de la **metodología 5S**.

En este paso se busca integrar la limpieza como parte del día a día, y que dependa de todos los miembros de un equipo de trabajo de una organización

Es decir, hay que asumir la limpieza como una actividad rutinaria y de responsabilidad.

Esto aplica, a una planta de producción, a una oficina, a tu hogar, despacho, el profesional (la persona) e inclusive el ordenador.

Yendo un poco más allá, el *Seiso* en las relaciones es fundamental, intentar mantener el espacio limpio agrada a los demás y los inspira.

Se recomienda fijar horarios para la limpieza como parte de la rutina diaria.

Al integrar *Seiso* como una tarea más del trabajo, al final del día notarás que te sientes mejor, has sido más productivo y has trabajado con más calidad.

Seiketsu (estandarizar)

Se traduce como estandarizar, pero más que estandarizar es crear hábitos.

Seiketsu, lo que busca es dar sostenibilidad a las 3 S anteriores. Ya que, al estar en estado ideal, luego de aplicar, la clasificación, eliminación, orden y limpieza, la idea es que ese ciclo se repita continuamente hasta conseguir el hábito.

En cierto sentido, significa crear y mantener estándares para Seiri, Seiton y Seiso.

Seiketsu es la base para mejorar, genera bienestar de quien lo aplica y optimiza los procesos.

Una vez que se logra fijar el estándar o hábito, se consigue mejorar el tiempo de respuesta ante los imprevistos. Finalmente, una reducción del reproceso.

Shitsuke (disciplina)

Es la quinta y última fase de la metodología 5S.

Aunque algunos autores comentan que la metodología 5S original que impulsó Toyota no contemplaba esta S, es cierto, que a lo largo del tiempo hace presencia en el método que hoy se aplica y que se consideran parte de las herramientas Lean.

El trabajar la disciplina genera cultura, motivación, fundamental para que las personas vean el propósito y estén motivadas para actuar de acuerdo con las S anteriores.

Por tanto, fomenta la automotivación, la constancia y la perseverancia en quien aplica el método, sea un profesional o un equipo de trabajo. en los miembros de la organización.

En el plano familiar, el Shitsuke es parte crítica de la construcción del hogar. Un hogar con hábitos genera hombres y mujeres de bien para la sociedad. (Barroeta, s.f.)

	Propósito	Importancia
<p><i>Seiri</i> Separar innecesarios Clasificar, seleccionar y separar</p>	Asegurar que se tiene todo lo necesario, sólo lo necesario y en funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elimina problemas ocasionados por la acumulación de elementos innecesarios.
<p><i>Seiton</i> Situar necesarios Organizar y ordenar</p>	Ordenar todos los elementos necesarios, utilizando un agrupamiento lógico que facilite que los elementos se encuentren, retiren y devuelvan a su lugar fácilmente.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrolla condiciones para que cualquier elemento pueda ser localizado por cualquier persona en el momento necesario.
<p><i>Seiso</i> Suprimir suciedad Limpiar sistemáticamente</p>	Mantener limpio todo el equipo, los materiales y las áreas de trabajo y eliminar las fuentes de suciedad.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduce costos por mantenimiento correctivo y por daños en materiales y equipo. ▪ Reduce riesgos de accidentes o enfermedades ocupacionales. ▪ Crea un <i>hábitat</i> laboral agradable y saludable que influye en la motivación y en la productividad.
<p><i>Seiketsu</i> Señalizar Estandarizar</p>	Normalizar y mantener las condiciones de orden y limpieza, con el uso de controles visuales, codificación, señalización, etc.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ayuda a que las tres primeras S se mantengan y practiquen día a día en la organización. ▪ Proporciona uniformidad y facilita la detección de anomalías.
<p><i>Shitsuke</i> Seguir mejorando Auto-disciplina</p>	Desarrollar la auto-disciplina y formar el hábito en el personal de comprometerse con el cumplimiento de estándares.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es la clave para el éxito de las 5S. ▪ Requiere dedicar cada día 5 minutos 5S para enfocarse en mantener los logros y buscar la mejora continua.

Tabla 6. Las 5´s: propósito, importancia e implicaciones.

(Wordpress, 2018)

LA IMPLEMENTACIÓN *TPM*.

A continuación, se explicarán detalladamente los doce pasos que se deben llevar a cabo durante la implementación del *TPM* según Seiichi Nakajima, El objetivo de los pasos descritos es involucrar a todos los niveles de la organización en el proceso desde la alta dirección hasta los operarios.

1. Anuncio de la Alta Dirección de la Introducción del *TPM*

Los trabajadores deben enterarse por parte de la alta dirección la decisión de aplicar *TPM*; Esta decisión se debe infundir con entusiasmo para generar expectativas en los empleados. La preparación implica crear un ambiente adecuado para generar un cambio efectivo y para esto se requiere de un apoyo persistente y firme liderazgo de la alta dirección, teniendo claro que el programa depende directamente de la participación total de los miembros de la organización.

2. Lanzamiento de una Campaña Educativa.

Este paso abarca el entrenamiento y promoción del programa, el cual debe empezar cuanto antes sea posible, después de haber introducido el proyecto en el paso (1) uno. El objetivo principal no es solamente explicar el *TPM* sino también elevar la moral y el ánimo de los trabajadores y romper con la resistencia al cambio. Los operarios de producción en su mayoría creen que el *TPM* incrementa la carga de trabajo, mientras que los operarios de mantenimiento son incrédulos acerca de la capacidad de los operarios de producción para practicar las actividades preventivas. En este paso se tratan de romper estos paradigmas.

3. Crear Organizaciones para Promover el *TPM*

La estructura promocional del *TPM* se basa en una matriz organizacional plana, conformada por comités y grupos de proyectos en cada nivel de la empresa (táctico y estratégico). En este paso se recomienda formar círculos de participación en los dos

niveles por medio de establecer una oficina central y asignar el personal necesario que apoye la gestión de la promoción del programa, facilitando la comunicación entre los entes de la organización.

4. Establecer Políticas y Metas para el TPM

Las metas deben ser claras, cuantitativas y precisas, que especifiquen el objetivo, la cantidad y el periodo de tiempo. Con el motivo de medir una meta alcanzable debe comprenderse la situación actual en cuanto a las características de las averías. Metas razonables de acuerdo a la situación actual de la empresa da la pauta para el éxito.

5. Formular un Plan Maestro para Desarrollo del TPM

Este plan, debe incluir un programa diario de promoción del TPM; el plan debe contener las siguientes actividades:

- Mejoramiento de la Efectividad del Equipo
- Establecimiento del Mantenimiento Autónomo
- Aseguramiento de la Calidad de los Productos
- Programa de Mantenimiento Planificado
- Plan de Entrenamiento y Capacitación.

6. El Disparo de Salida del TPM.

Prácticamente este es el primer paso para la implementación del TPM. Desde este momento, los empleados deben cambiar las rutinas diarias tradicionales y empezar a aplicar el Mantenimiento Productivo Total. En este paso se debe crear un ambiente que incremente la moral y la dedicación de los trabajadores.

7. Mejora la Efectividad del Equipo.

Todos los miembros de la organización (ingenieros de producción, división técnica y mantenimiento, supervisores de línea, etc.), forman equipos de proyectos que implementarán las mejoras para eliminar las pérdidas.

8. Establecer el Programa de Mantenimiento Autónomo.

Este tipo de mantenimiento es una característica única del *TPM*. Durante la promoción del *TPM*, toda la organización en todos los niveles debe creer y convencerse que los operarios son los responsables de realizar el mantenimiento a sus propios equipos.

9. Establecer el Programa de Auto Mantenimiento.

El volumen de mantenimiento disminuye en el momento en que las inspecciones se vuelven rutinas de los operarios. En esta etapa del proceso, el área de mantenimiento se debe enfocar en su propia organización y establecer un programa de auto mantenimiento.

10. Conducir el Entrenamiento para Mejorar las Habilidades.

La educación y el entrenamiento para la formación y habilidades de operación y mantenimiento se deben ajustar a los requerimientos particulares de la compañía. La capacitación se debe analizar como una inversión en el personal que genera beneficios. Las organizaciones que implantan el Mantenimiento Productivo Total deben realizar la inversión en entrenamiento y capacitación para hacer que sus empleados gestionen adecuadamente sus equipos y cimentar sus habilidades en la operación cotidiana.

11. Desarrollo Temprano de un Programa de Gestión de Equipos.

Se requieren inspecciones y revisiones en el periodo inicial ya que durante el arranque cuando se instala un equipo nuevo probablemente aparecen problemas, por lo tanto, es necesario realizar ajustes, reparaciones, limpieza y lubricación para evitar el deterioro. Esta gestión temprana de los equipos debe ser realizada por el personal de mantenimiento junto con producción.

12. Implantación Plena del *TPM*

Finalmente, se debe perfeccionar la implantación del *TPM* y fijar las metas futuras más elevadas. Mientras transcurre el periodo de estabilización, cada miembro de la

organización trabaja continuamente para mejorar los resultados y la pauta que marca el verdadero comienzo del programa.

La clave para un efectivo mantenimiento es la iniciativa de los operadores de las máquinas. Más del 75% de daños pueden ser detectados y prevenidos por operadores bien entrenados y capacitados. (Rubrich Larry, 2000)

LA IMPORTANCIA DEL RECURSO HUMANO EN EL *TPM*

El *TPM* no es solo una herramienta de Ingeniería para mejorar procesos de producción, es también la forma de hacer cada vez mejores personas; para TOYOTA una de las empresas líderes en este tipo de procesos dice “nosotros no producimos automóviles, nosotros formamos personas”, esta es la filosofía que debe tener cada empresa al aplicar *TPM*, si las directivas no le dan la importancia a la formación de los empleados se puede estar incurriendo en un error al tratar de implementar *TPM*.

Toyota tuvo éxito en la implementación del *TPM*, debido a que el punto de partida para aplicar cualquier proceso de cambio en cualquier empresa es llevar a cabo el empoderamiento junto con todo el personal desde el inicio con el fin de que éste se involucre y se familiarice totalmente con el cambio, facilitando así el proceso de implementación. Los empleados deben sentir que forman parte de la empresa, y para esto la organización debe crear confianza entre ellos brindándoles la autonomía necesaria para el desarrollo de sus funciones; educando y formando a las personas desde el nivel gerencial hasta el nivel operativo.

“Algunos mencionan el capital como el recurso esencial para el desarrollo industrial, y otros mencionan la tecnología como el factor que incrementa la misma. Si bien estos recursos son importantes, el capital puede ser desperdiciado por las personas y la tecnología no sirve de nada sin personas que se comprometan y aprendan a utilizarla bien”.

Entrenando a los operarios a entender su equipo

El mantenimiento autónomo requiere que los operarios conozcan su equipo. La experiencia en el trabajo, no sólo debe estar relacionada con hacer funcionar el equipo, también debe incluir muchas tareas que son vistas como trabajo del departamento de mantenimiento. La necesidad de este planteamiento se está convirtiendo en obvia a medida que las empresas introducen rebote y sistemas automatizados. Por encima de todo, los operarios necesitan aprender a detectar anomalías. Esto significa desarrollar la habilidad de mirar la calidad de los productos y el funcionamiento del equipo y darse cuenta cuando ocurre algo anormal. Para ello se requieren las siguientes aptitudes:

1. Entender claramente los criterios y ser capaz de juzgar si algo está normal o anormal (capacidad para determinar las condiciones en las que trabaja el del equipo).
2. Cumplimiento estricto de las reglas de funcionamiento (capacidad de mantener el equipo en condiciones).
3. Una respuesta rápida a las anomalías (capacidad de reparar y restablecer las condiciones del equipo).

Cuando un operario ha dominado las tres aptitudes, conocerá el equipo lo suficientemente bien como para reconocer las causas de futuros problemas y darse cuenta de que "esta máquina va a producir defectos", o "esta máquina está a punto de averiarse".

Desarrollando nuevas habilidades:

1. Capacidad de detectar anomalías y realizar mejoras.
2. Capacidad de entender las funciones del equipo y sus mecanismos, así como habilidad para detectar las causas de las anomalías.
3. Capacidad para entender las relaciones entre el equipo y la calidad, y capacidad para predecir problemas de calidad y detectar sus causas.
4. Habilidad para realizar reparaciones.

Obviamente, nadie que domine todos estos conocimientos lo hace a un alto nivel, y no se espera que nadie lo haga rápidamente. En realidad, cada conocimiento debe estudiarse y practicarse durante todo el tiempo que sea necesario para conseguir maestría.

Clasificación y asignación de tareas de mantenimiento

Las actividades pensadas para lograr las condiciones óptimas en el equipo y maximizar su eficacia global se refieren bien a mantener el equipo o a mejorarlo. Las actividades de mantenimiento se dirigen a mantener el equipo en un estado deseado, evitando y corrigiendo fallos. Algunas técnicas y actividades de mantenimiento son:

- Operación normal: Operación, ajustes y montajes correctos (prevención de errores humanos)
- Mantenimiento preventivo: Mantenimiento diario (condiciones básicas del equipo, revisiones, pequeño servicio). Mantenimiento periódico (revisiones periódicas, y revisión general periódicas, servicio periódico).
- Mantenimiento predictivo: Verificación de condiciones, servicio a intervalos medios largos.
- Mantenimiento de averías: Detección pronta de anomalías, reparaciones de emergencia.
- Prevención de repeticiones (reparación de averías).

Actividades del Departamento de producción

El departamento de producción debe centrarse en la prevención del deterioro. Debe construir su programa de mantenimiento autónomo alrededor de las siguientes tres clases de actividades:

1. Evitar el deterioro
2. Medir el deterioro
3. Predecir y restaurar el deterioro

Todas estas actividades son importantes, pero es esencial establecer las condiciones básicas del equipo (limpiar, lubricar y apretar pernos) para evitar el deterioro acelerado. Conjuntamente con la revisión diaria hecha con los cinco sentidos, esta es una de las responsabilidades más básicas del departamento de producción.

Actividades del Departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento es el jugador clave en el mantenimiento del equipo. Principalmente, debe poner sus esfuerzos en el mantenimiento planificado, en el predictivo y en el correctivo, concentrándose en medir y restaurar el deterioro. Debe reconocer que no es un taller de reparaciones, restaurando el equipo averiado dejándolo en su condición previa a la avería. Como organización de especialistas, su verdadera tarea es elevar la mantenibilidad, operatividad y seguridad a través de actividades perfiladas para identificar y lograr condiciones óptimas en el equipo. Esto requiere avanzadas capacidades de mantenimiento y tecnología, de modo que los departamentos de mantenimiento deben esforzarse constantemente en aumentar su acervo técnico.

(Guzman, 2012)

DIFICULTADES O LIMITACIONES EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL *TPM*

Una de las principales dificultades para la aplicación de esta herramienta se basa en los diversos tipos de cultura en las diferentes regiones en el mundo y en los diferentes tipos de empresa en donde las costumbres son muy distintas y varían mucho de un lado a otro, generando dificultad para un correcto proceso de implementación ya sea por la resistencia al cambio, o simplemente porque no se aborda de manera adecuada el tipo de cultura al que se le va a proponer el cambio. Por lo tanto, es de suma importancia realizar una pequeña investigación de las costumbres y culturas de los países y las empresas para tener una exitosa aplicación de la herramienta.

Por otra parte, entre otras dificultades se encuentra la cantidad de tiempo que hay que invertir como se dijo anteriormente de 3 a 5 años dependiendo del tamaño de la organización, por lo tanto, no existe una forma rápida para la aplicación de *TPM*. A continuación, se mencionarán algunas limitaciones que generalmente se presentan en el momento en el que se va a implementar la herramienta de Mantenimiento Productivo Total:

- Fuerte resistencia al cambio por parte del personal.
- La mayoría de los empleados tratan el *TPM* simplemente como un “programa del mes” sin ningún enfoque y con muchas dudas acerca de la eficacia de este.
- No existen los suficientes recursos (personas, dinero, tiempo, etc.).
- El *TPM* no es una solución inmediata, por lo tanto, es la pauta para un cambio de cultura en general.
- Los empleados consideran que *TPM* son solamente actividades adicionales en el trabajo y amenazas para este.
- El constante conflicto presentado entre el área de mantenimiento y el área de producción.
- La falta de compromiso de la gerencia y del área de producción.
- Los choques culturales, porque las diferencias que existen entre la implementación del *TPM* en los continentes del país dependen de la cultura que allí se tenga (debido a que *TPM* es una cultura).
- La explotación de las personas y la inconformidad que esto genera. (Moday, 2007)

REPARTO POSIBLE DE ACTIVIDADES EN UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO CON TPM			
ACTIVIDAD	TIPO	PERSONAL PRODUCCIÓN	PERSONAL MANTENIMIENTO
Producción	Preparación Ajustes Operación	■ ■ ■	
Mantenimiento Primer Nivel	Limpieza Engrase Reaprietes Inspecciones diarias	■ ■ ■ ■	
Mantenimiento Preventivo de Segundo Nivel	Inspecciones y MOC Operaciones de Seguridad y Normativa Grandes Operaciones		■ ■ ■
Mantenimiento Correctivo	Averías reparables desde el puesto de trabajo Averías no reparables desde el puesto de trabajo	■	■
Modificaciones y Mejoras	Operativas Automatizaciones Reflotamientos y actualizaciones	■	■ ■ ■

Tabla 7. Reparto de actividades en el TPM

(Javier, 2005)

PROBLEMAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TPM

Problemas externos

En esta parte, se van a especificar los problemas que se presentan en el momento de implementar *TPM*, de manera que estos se van a dividir en dos clases: problemas externos y problemas internos.

- a) El área de producción entiende el proceso como un intento de obtener mayor productividad de ellos por lo tanto lo rechaza.

Como se ha dicho durante todo el desarrollo de este trabajo, es muy importante que todos participen activamente y comprendan el proceso de manera que el departamento de Producción no vea en el *TPM* un intento forzado de aumento de productividad sin nada a cambio, por esto es tan importante un líder con credibilidad y carisma.

- b) El área de mantenimiento ve en el proceso una pérdida de competencias y esto genera temor para el futuro.

Debido a que al área de producción se le transferirán actividades simples que le competen al área de mantenimiento, el personal de mantenimiento se ve amenazado debido a que cree que va a perder competitividad por esto, por esto es necesario aclarar que producción tendrá funciones sencillas de prevención mientras que el área de mantenimiento asumirá las funciones complejas tecnológicas para que esto refleje verdaderos cambios en los procesos y se genere una eficacia real en estos.

- c) La dirección puede estar dudosa ya sea por el proceso en si, por sus resultados o por las repercusiones asociadas.

Si no se encuentra un apoyo por parte de la dirección, es preferible elegir un área en donde se desarrollen actividades en donde se esté seguro que la iniciativa tenga éxito. Es necesario antes de empezar esta iniciativa se debe hacer un análisis de la situación actual, los puntos fuertes y débiles con el fin de realizar un informe a la Dirección. De esta manera, si el proceso piloto es favorable, y la Dirección lo aprueba, se prosigue con las demás áreas.

Problemas Internos

- a) El plan de mantenimiento de la organización no es totalmente eficaz.

Se debe partir de la base de que las actividades que se le transfieran al área de producción sean eficaces, útiles y se realicen adecuadamente.

De manera que, si el plan de mantenimiento actual de la organización no es eficaz, es mejor implementar TPM únicamente en los niveles básicos como en: las limpiezas, inspecciones pequeñas, comprobación de niveles entre otros, o simplemente no aplicar *TPM*.

- b) La organización no dispone de un sistema eficaz de planificación, lanzamiento y control.

Si el sistema de gestión de producción de mantenimiento no es eficiente, es mejor desistir de la idea de implementar *TPM* porque esto generaría una pérdida de control de la actividad. Por lo tanto, si no es eficaz el sistema, se debe empezar por “rehacerlo” de modo que coordinen en el nuevo sistema la planificación de los mantenimientos realizados por el área de mantenimiento y el área de producción.

- c) Existen carencias significativas en cuanto a repuestos, logística, mantenibilidad y producción.

Es de suma importancia realizar un diagnóstico de estos aspectos con el fin de proponer soluciones específicas antes de implementar el Mantenimiento Productivo Total, porque no es viable transferir al área de Producción operaciones en donde después no se van a encontrar los repuestos o no se va a tener la documentación necesaria para realizar las actividades. (Javier, 2005)

DIFERENCIAS ENTRE ORIENTALES Y LATINOAMERICANOS AL IMPLEMENTAR TPM		
FACTOR	CULTURA ORIENTAL	CULTURA LATINOAMERICANA
EMPLEADO	Consideran que el empleado debe tener un crecimiento formativo y valorado, la empresa también obtiene un crecimiento.	Se tienen empleados como herramienta para obtener un fin que busca siempre un beneficio económico.
DIRECTIVAS	Son más participativas en procesos de mejoramiento y suelen apoyar estos tipos de procesos activamente.	No son fáciles de convencer, se debe mostrar un beneficio económico a corto plazo.
ROTACIÓN DE PERSONAL	Se emplean personas esperando que estas laboren el resto de su vida allí.	No se tienen políticas que incentiven el empleo permanente, la rotación de personal es más alta que en otras regiones del mundo. ⁹⁰
ANTIGÜEDAD	Por la antigüedad de las personas se tiene un mejor empoderamiento y conocimiento de la organización.	La antigüedad de los empleados no siempre es valorada en las organizaciones.
CRECIMIENTO PROFESIONAL	Los empleados son ascendidos, generalmente los ejecutivos tienen un crecimiento dentro de la organización.	No se presentan con tanta frecuencia como en oriente por la rotación de personal en sus organizaciones.
TRABAJO EN GRUPO	Se facilita el trabajo en grupo (las decisiones importantes se toman en grupo).	Por lo general las personas buscan un beneficio individual antes que el grupal.

Tabla 8. Diferencias entre Latinoamérica y oriente en la implementación del TPM. (Javieryana, s.f.)

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

11. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.



Figura 9. Empresa Marelli mexicana planta San Francisco de los Romo.

La realización de las presentes actividades de residencia profesional tuvo lugar en la empresa *Marelli* mexicana Aguascalientes, en la planta 2 que se ubica en el parque industrial de San Francisco de los Romo. Dicha planta se encuentra dividida en tres sub plantas.

La población que se tomará para la presente Tesis es la Planta de GTS *Hot*, la cual consta de una población de 13 áreas las cuales son estampado, spinning 1 y 2, spinning H60, member, UFC, container 1 y 2, *manifuld 2*, *manifuld 3*, *manifuld 4*, *manifuld 5*, *manifuld 6*.

La muestra para la realización de este proyecto de residencias fue desarrollado el área de *manifuld 2*, esta área muestra cuenta con un total de 20 equipos los cuales son: Dobladora de tubo, formadora 1 y 2, cortadora de tubo 1, 2 ,3 y 4, lavadora, cabinas de soldadura 1,3,4 y 5, tigs manual 1 y 2, tina de sumersión, *leak tester*, vibradora, colocación de Insulador y finalmente un escantillón de ruta contabilizando un total de 19 equipos. En esta área actualmente se tienen 12 operadores, 1 supervisor, 1 líder, 1 técnico de mantenimiento, 1 ingeniero de proceso, es decir se cuenta con 15 personas en el área las cuales trabajan en 1 turno.

En esta área se realiza un proceso que consta de una secuencia de pasos para el ensamble del sistema de manifuld que es una parte indispensable en los vehículos automotor de combustión interna, esto debido a que une al motor con el sistema de escape y sirve como colector de gases para evitar las emisiones de contaminantes a la atmósfera.

La empresa *Marelli* se encuentra comprometida con el cuidado del medio ambiente y cuenta con sistemas de tecnología verde: Sistemas de tratamiento posterior para vehículos equipados con cadenas cinemáticas diésel, de gasolina o híbridas, que garantizan el cumplimiento de los más altos estándares de la normativa internacional. El comportamiento socialmente responsable y sostenible de *Marelli* les ha proporcionado una ventaja competitiva.

Entre las medidas que han adoptado sobresalen las siguientes:

- La sostenibilidad de las operaciones: Objetivos ambiciosos de uso sostenible de recursos, reducción de emisiones, salud y seguridad.
- Movilidad avanzada e innovación: Tecnologías innovadoras para una movilidad segura y respetuosa con el medio ambiente.
- Ciudadano corporativo responsable: “Nos tomamos muy en serio nuestra responsabilidad con nuestros grupos de interés y comunidades, y hemos

implantado una sólida gobernanza para impulsar la toma de decisiones con sentido, la participación, la responsabilidad y la transparencia”.

Marelli forma parte y es una de las empresas socias fundadoras del *Clúster Industrial de Aguascalientes (CLIA)*, asociación civil no gubernamental que, a través de la triple hélice, busca impulsar el desarrollo económico y aumento de competitividad en la industria automotriz, aeronáutica, biomédica, *software* e innovación (R+D+I).

Actualmente ésta es un área de mucho interés ya que a partir del mes de enero se tiene pronosticado un incremento en la demanda de producto, lo que va a elevar en gran forma la exigencia de los equipos por lo cual mediante las actividades concretas de las residencias se le dará un seguimiento a las maquinas con mayor índice de generación de defectivo son las cabinas de soldadura.

En dicha línea de producción se estuvo trabajando, primero partiendo de la identificación de las problemáticas en la línea de producción para lo cual se hizo uso de los conocimientos y técnicas aprendidas en el aula, de esta manera tratar de mejorar las condiciones generales del área para con esto generar un impacto positivo en cuanto a la reducción, paros por fallas constantes, para mejorar la disponibilidad, rendimiento y calidad presentes en esta línea de producción. Para esto fue necesario estar en constante comunicación con gerente de manufactura, ingeniería, supervisores, mantenimiento y operadores para un trabajo en equipo en la búsqueda de eficientar el proceso, en el mapa de producción de la línea de *manifuld 2*, se puede observar la distribución que tienen las maquinas en dicha línea de producción.

*En anexos.

Mapa de producción de la línea de manifuld 2 (H60)

Productos.

En *manifuld 2* además de tener el modelo H60 como el principal producto ensamblado en línea y que actualmente da el nombre al área, también se tiene se tiene la versatilidad para producir otros modelos, los cuales son el M1G y el P32R, aunque estos dos últimos

se producen muy poco, unas pocas piezas al año ya que solo son considerados para surtir refacciones y ya no son producidos para ensamble de vehículos nuevos.

Proceso de producción.

A continuación, se dará una breve explicación a grandes rasgos de cada una de las operaciones que se realizan en la línea de producción para conocer la secuencia de los procesos y tener un panorama más amplio.

*En anexos

Pieza de manifold H60 terminado, ensamblado al sistema de escape completo.

Dobladora.

El proceso comienza en la dobladora, para la cual llega el producto en piezas rectas de 1.5 metros de largo los cuales son colocados en la dobladora para que de forma automática realice los dobleces al tubo y los cortes de los mismos. De cada pieza de tubo salen 6 tubos cortados, es decir salen 3 de modelo A y 3 del modelo D.

Luego de doblar completar 150 del modelo A y 150 del modelo D, se realiza cambio de modelo para doblar y cortar 150 tubos del modelo B y 150 del modelo C.



Figura 10. Imágenes referentes al proceso de doblado.

Formadoras de tubo.

Después del doblado y corte de tubo todo el material pasa a las formadoras de tubo las cuales son dos, una de ellas es para el tubo A y D y la otra para el tubo B y C, la función de esta máquina es la de dar forma a los extremos de los tubos ya que deben coincidir

de tal forma que localicen en el jig de soldadura sobre todo que estén dentro de las especificaciones del cliente.



Figura 11. Imágenes referentes al proceso de formado de tubo.

Cortadoras de tubo.

El siguiente proceso es el de corte de tubo, en este proceso los tubos a los cuales ya se les realizo el formado se les realiza un corte del excedente de tubo para que de esta manera ya queden listos para poder ser ensamblados. Para confirmar su ruta, longitud y forma correcta se revisan con la ayuda de un escantillón de ruta.



Figura 12. Imagenes referentes al proceso de corte de tubo.

Lavadora de tubo.

En la lavadora de tubo consiste en una cabina en la que se introducen grupos de cuatro tubos para su lavado con agua caliente a presión para de esta manera eliminar la suciedad e impurezas en las mismas, sobre todo de aceite para con esto evitar contaminar el producto y por tanto la soldadura.



Figura 13. Imágenes referentes al proceso de lavado de tubo.

Cabinas de soldadura.

Consta de 4 cabinas de soldadura con dos jigs de soldadura cada una de las cabinas. En estos procesos se van ensamblando los tubos a la brida, posteriormente al bote con catalizador y a las tapas, es decir en estos procesos de soldadura se arma el producto por completo. El proceso es realizado con la ayuda de un robot para lo cual el operador monta manualmente las piezas correspondientes en el jig de soldadura, realiza el clampado y da ciclo. El robot realiza la soldadura automáticamente ya que tiene el

programa de la ruta tanto de los movimientos, así como de parámetros de aplicación de la soldadura para así al final del proceso el robot regresa a posición automáticamente y el clampado abre automáticamente para retirar la pieza.

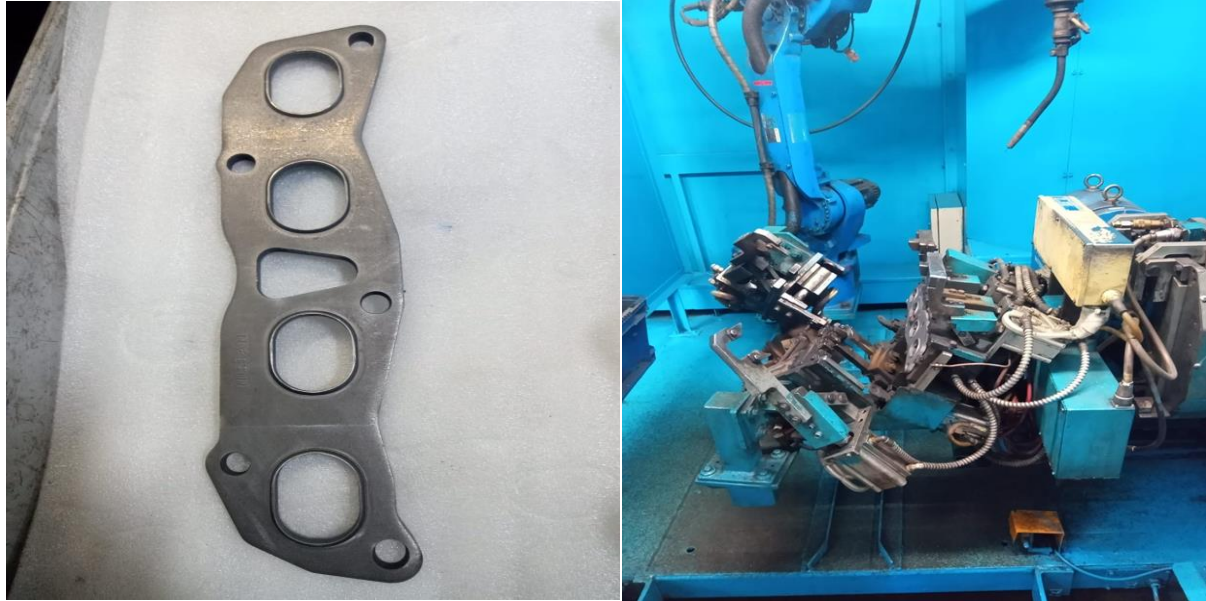


Figura 14. Imágenes referentes a la cabina #1 (lado B) de soldadura.



Figura 15. Imágenes referentes a la cabina #1 (lado A) de soldadura.



Figura 16. Imágenes referentes a la cabina #3 (lado A) de soldadura.

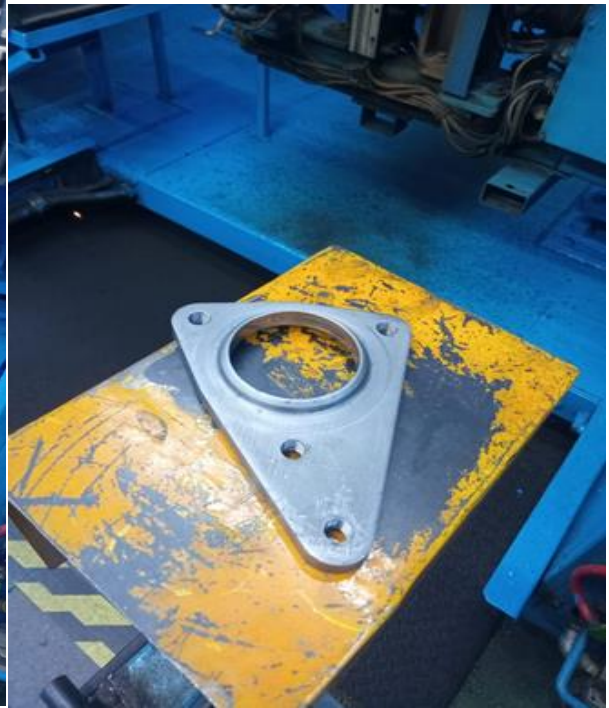
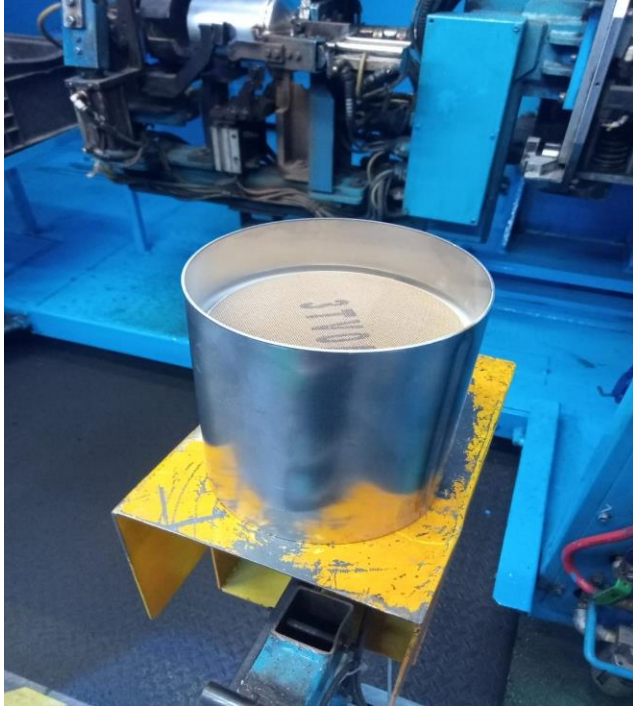


Figura 17. Imágenes referentes a la cabina #3 (lado B) de soldadura.

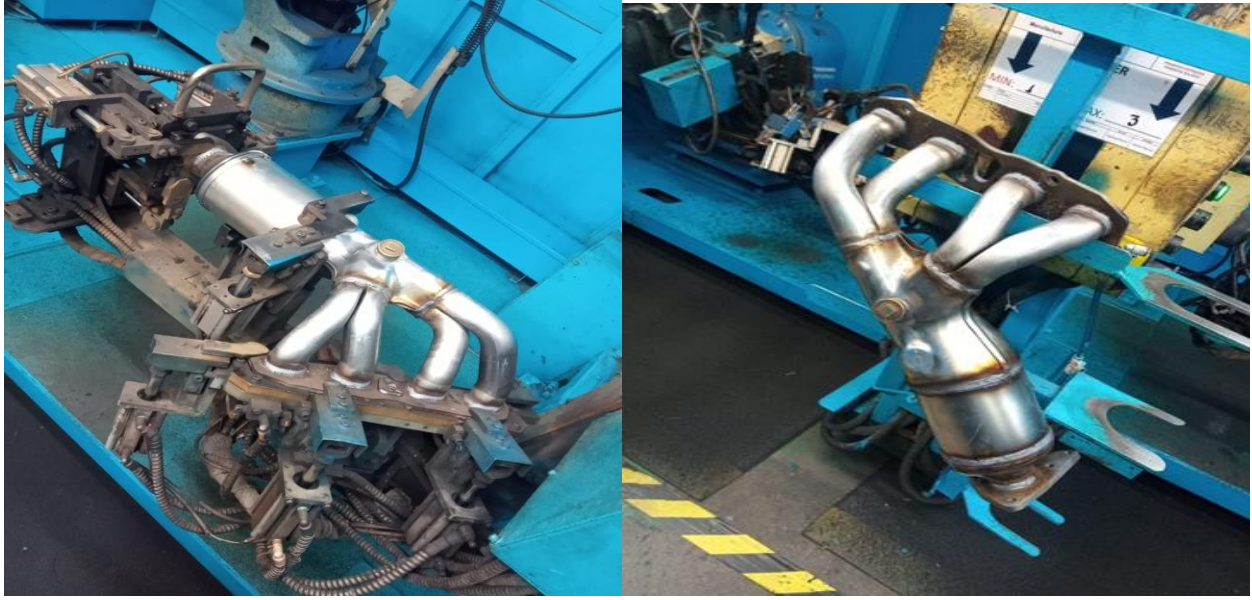


Figura 18. Imágenes referentes a la cabina #4 (lado A) de soldadura.



Figura 19. Imágenes referentes a la cabina #4 (lado B) de soldadura.

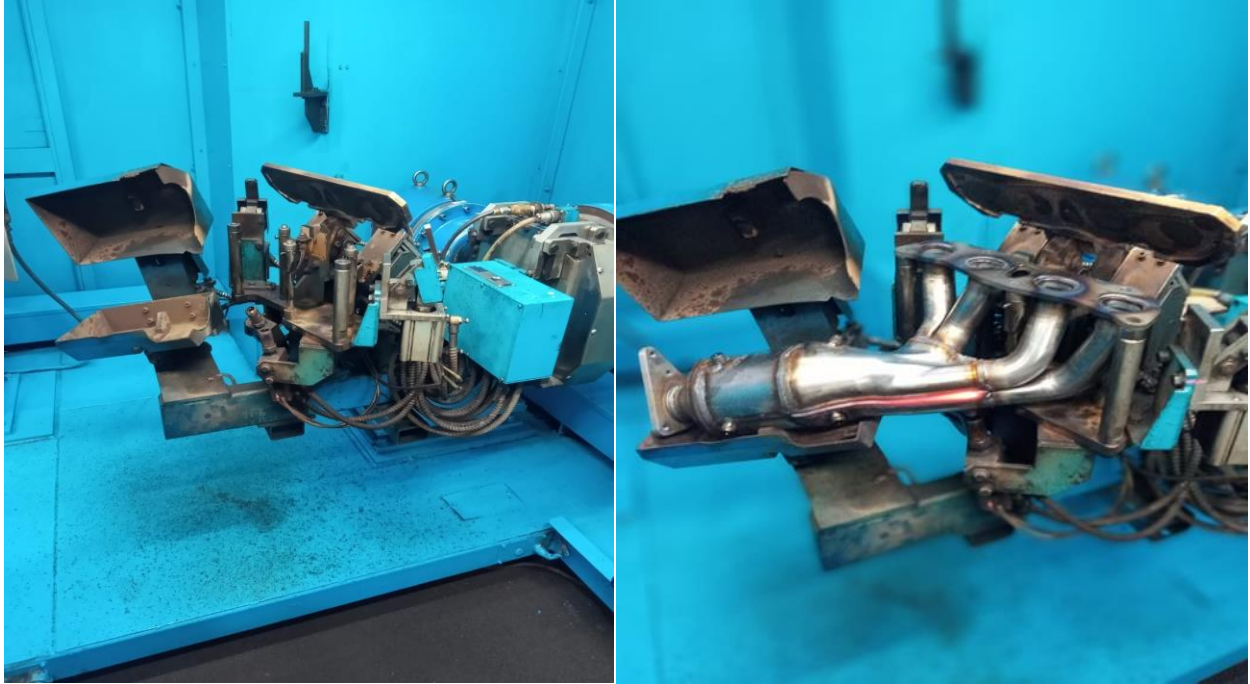


Figura 20. Imágenes referentes a la cabina #5 (lado A) de soldadura.



Figura 21. Imágenes referentes a la cabina #5(lado B) de soldadura.

Tina de sumersión.

En este proceso las piezas que fueron ensambladas en las cabinas son colocadas manualmente en un jig. Posteriormente el operador las clampea e inicia el ciclo en el cual son introducidas a un depósito de agua para verificar visualmente si estas tienen fuga de aire ya que se inyecta aire a presión dentro de la pieza y si tiene alguna fuga en la soldadura saldrán burbujas.



Figura 22. Imágenes referentes a la tina de sumersión.

Leak tester (prueba de fuga)

Es un proceso similar al de la tina de sumersión con la diferencia de que es este caso se introduce aire a una presión mucha menor la cual es medida durante el proceso por un aparato de laboratorio especializado en caídas mínimas de presión las cuales representan fugas.

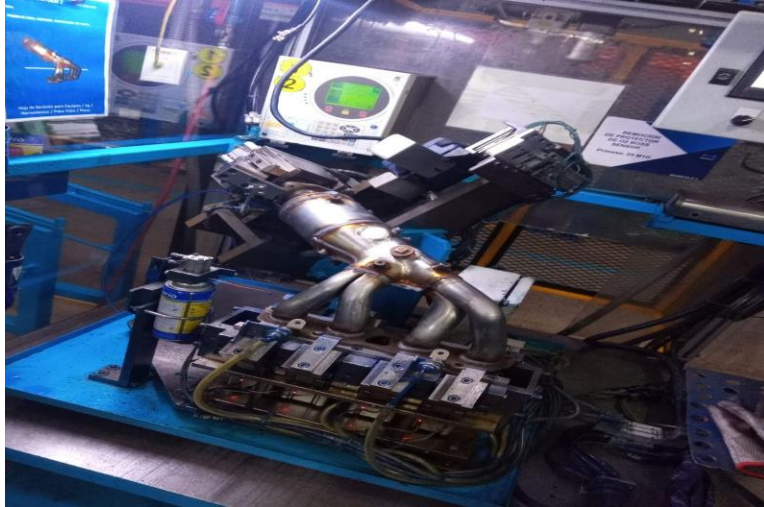


Figura 23. Imagen referente a la leak tester.

Vibradora.

Consiste en una cambias la cual se introducen una a una la pieza después del proceso de *Leak tester* para que al clampar e iniciar ciclo inicie el proceso en el cual unos actuadores de golpeteo hagan contacto con la pieza y con esto se las escorias de soldadura y perlas de soldadura sean retiradas de la pieza.



Figura 24. Imagen referente a la vibradora.

Colocación de *Insulator*.

En este proceso se coloca el insulador (podemos observarlo en la imagen 24 del lado izquierdo) que es una tapa que protege al catalizador cuando ya se encuentre instalado el manifold en el vehículo para que no sea golpeado o no este expuesto a contacto directo con elementos que se encuentren en el camino del vehículo, (podemos verlo ya instalado en la figura 24 del lado derecho)

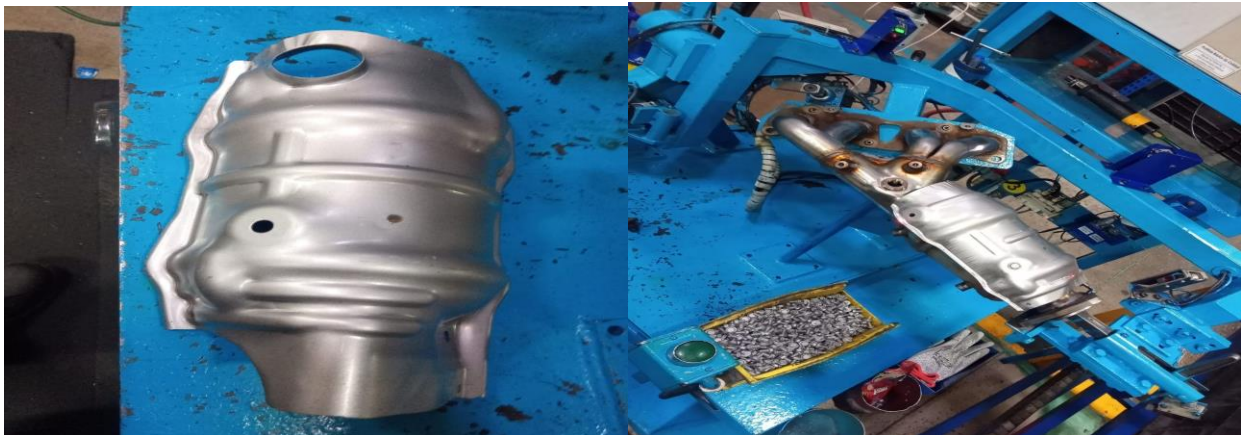


Figura 25. Imagen referente al proceso de colocación de insulador.

Tigs manuales.

En el proceso se tienen dos tigs manuales las cuales son usadas cuando en los procesos de las cabinas se detecta una pieza que le falta soldadura o cuando en las máquinas de prueba de fuga (tina de sumersión y *leak tester*) es detectada una fuga en el ensamble o en la soldadura.



Figura 26. Figura referente a las tigs manuales (para retrabajo).

Escantillón de ruta.

El último proceso es el de confirmación de ruta del producto, para esto se coloca la pieza en un jig, se clampea y por medio de localizadores se confirma la posición en base a especificaciones del cliente.



Figura 27. Imagen referente al escantillón de ruta y almacenaje.

*En anexos

Dibujo técnico de manifold modelo H60 terminado

Diagnóstico del área.

Cabina # 1 (H / flg + pipes)

ZONE	DESCRIPTION	AMOUNT OF DEFECTIVE
1	PIPE "D" OUTSIDE	7
2	PIPE "C" OUTSIDE	25
3	PIPE "B" OUTSIDE	15
4	PIPE "A" OUTSIDE	24
5	PIPE "A" INSIDE	25
6	PIPE "B" INSIDE	3
7	PIPE "C" INSIDE	5
8	PIPE "D" INSIDE	11
	Total, piezas	115
	Costo pieza	1120
	Costo total en el mes	128800

Tabla 9. Defectos en cabina #1 (H/flg + pipes) de soldadura en el mes de Julio del 2022

(Fuente. Control de producción, Marelli San Francisco de los Romo)

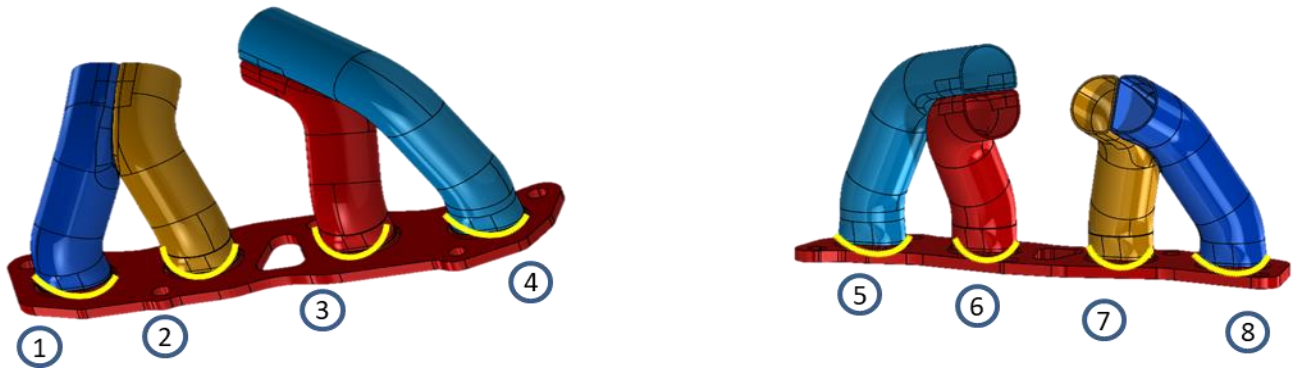


Figura 28. Ubicación de zonas de soldadura.
 (Fuente. Ingeniería Marelli San Francisco de los Romo)

*En anexos

Diferentes tipos de defectos de soldadura.

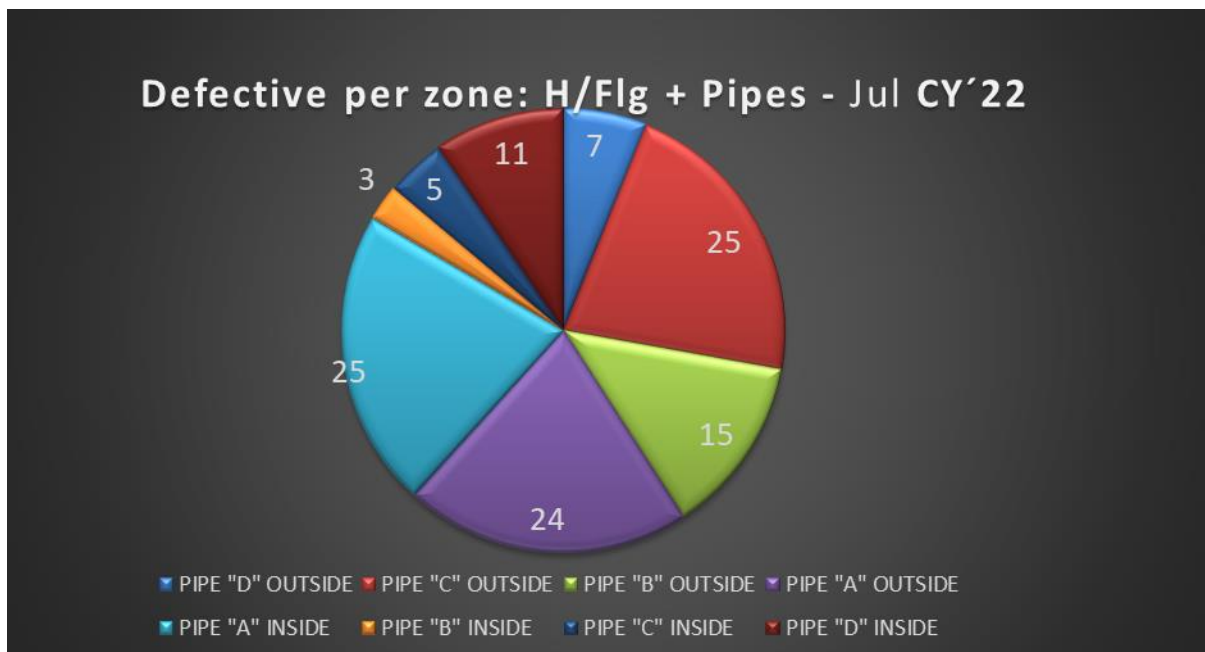


Tabla 10. Reclamos de scrap por soldadura, por zona específica en cabina #1.

(Fuente. Control de producción Marelli mexicana GTS)

*En anexos

Defectos por fechas en cantidades y porcentaje.

Costos unitarios por número de parte.

Cálculo del OEE

Después de analizar la situación del área y recibir la información con respecto al comportamiento de la producción se pudo realizar los cálculos correspondientes al OEE, para esto se recopilaron los siguientes datos.

	A	B	C	D
1	Datos	Valores	medicion	operación
2	Días trabajados al mes	16	días	
3	Turnos trabajados al día	1	turnos	
4	Horas por turno	12	horas	
5	paro por comedor al día en horas	0.5	horas	
6	paro por brake al día	0.25	horas	
7	Paro por arranque y fin de turno al día	0.5	horas	
8	horas de paro por turno por brake, arranque, comedor	1.25	horas	b5 + b6 +b7
9	Tiempo disponible al día	10.75	horas	b4 - b8
10	Tiempo disponible al mes	172	horas	b2 *b9
11	Paros programados al mes	6.68	horas	
12	Tiempo disponible para produccion al mes	165.32	horas	b10 - b11
13	Paros no programados al mes (fallas)	24.41	horas	
14	Disponibilidad en el mes	85%	porcentaje	(b12 - b13)/ (b10 - b11)
15	Producción real del mes	1980	piezas	
16	Producción por día	123.75	piezas	b15 / b2
17	Piezas defectuosas (desechos) al mes	167	piezas	
18	Produccion estandar por hora	16.26	piezas	
19	Rendimiento en el mes	91%	Porcentaje	(b15/((b12-b11-b13))*b18))
20	Calidad en el mes	92%	Porcentaje	(b15 - b17)/b15
21				
22	OEE (Indice de efectividad de los equipos)	70.80%	Porcentaje	b14 * b19 * b20

Tabla 11. Cálculos del OEE de área de manifuld en el mes de Julio del 2022.

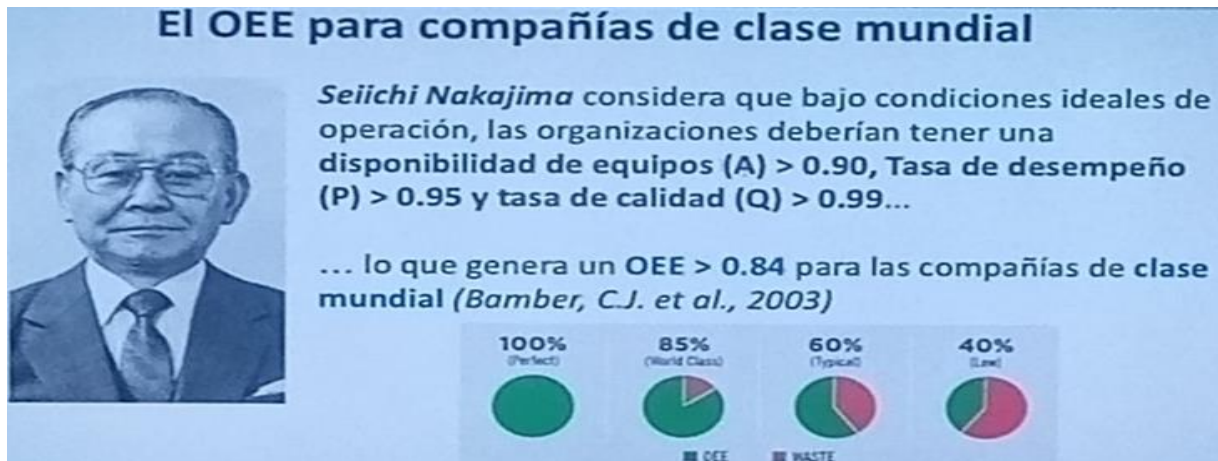


Figura 29. Porcentajes del OEE para clasificación de las compañías.

(Alvarez, 2018)

Según las deducciones de Seiichi Nakajima, actualmente la situación del área evaluada nos dicta que dicha área se encuentra más cercana a ser un área tradicional que a ser una empresa de clase mundial, por ello se comenzara a implementar actividades que permitirán a corto plazo mejorar las condiciones de efectividad.

Implementación del TPM.

Paso 1: Anuncio de la alta dirección de la decisión de introducir el TPM

Para esto se planteó a los directivos (gerente del área, supervisor general y supervisores) cuales son las ventajas que se obtendrían al implementar el TPM en el área de manifold H60

Considerando estos puntos la dirección evaluó y posteriormente aceptó la propuesta de implementar el TPM en el área.

Posteriormente a la decisión de implementar el TPM se realizó una difusión hacia el personal del área a través de mi persona mediante platicas alusivas al tema, a través de supervisores y trípticos informativos para transmitir al personal las ventajas de esta

filosofía hacia la empresa y a ellos mismos.

Paso 2: lanzamiento de la campaña

Para realizar el lanzamiento de la campaña se realizó mediante pláticas a supervisores y operadores directamente en el área con los puntos a tratar que se incluyen en la tabla número 12.

Temas de reuniones.			
Reunión	Temas a tratar	Duración	Fecha
1	Que es el <i>TPM</i> Beneficios Involucrados Resolver dudas	20 minutos	8- agosto-2022
2	5'S Mantenimiento autónomo Mantenimiento preventivo Resolver dudas	30 minutos	15 - agosto-2022
3	Funciones de los involucrados Herramientas a utilizar (<i>check list</i> , lección puntual, gráfico de paradas, etiqueta de falla, sugerencias de mejora) Resolver dudas.	40 minutos	22- agosto-2022

Tabla 12. Las fechas y duraciones de las capacitaciones.

*En anexos

Tríptico informativo entregado a operadores sobre el TPM.

Durante las reuniones pude observar que al menos parecían estar interesados los operadores en participar, aunque también hubo una persona que comento que ellos que

beneficios obtendrían por hacer más trabajo por lo cual se le dio a conocer los beneficios que traerían dichas actividades tanto a la empresa, así como a todos los participantes, se aclararon las dudas que se les presentaron.

*En anexos

Imágenes referentes a reuniones y capacitaciones realizadas con el personal de producción.

Paso 3: creación de organizaciones para promover el TPM

Básicamente lo que se hizo en este punto fue el de organizar por grupos para de esta manera poder asignar responsabilidades con respecto a la aplicación del *TPM*.

Gerente de Producción

- Crear las directivas necesarias para la ejecución adecuada del *TPM* en su área
- Informar al comité los avances en su área
- Asegurar la disponibilidad de los equipos para el mantenimiento preventivo
- Asignar los recursos necesarios para la implementación del *TPM* en su área (estos mismos se decidirán junto al piloto de *TPM*)
- Fomentar el compromiso con el proyecto, destacando los beneficios del mismo y promoviendo mejoras en el área.

Jefe de mantenimiento

- Llevar el control de los indicadores de *TPM* de la sección
- Revisar y mantener actualizados los programas de mantenimiento autónomo, junto con el personal de producción
- Generar las órdenes de trabajo a partir de las inspecciones y llamadas de los operadores y técnicos
- Realizar el seguimiento de las órdenes de trabajo realizadas
- Supervisar el cumplimiento del mantenimiento autónomo
- Supervisar el cumplimiento de las reuniones de grupos de *TPM*
- Brindar las herramientas y materiales necesarios para el mantenimiento autónomo

- Fomentar el compromiso con el proyecto, destacando los beneficios del mismo.

Técnicos de Mantenimiento

- Brindar asesoramiento a los operadores para realizar correctamente el mantenimiento autónomo y reparaciones básicas
- Participar en las reuniones de *TPM*
- Brindar apoyo en la confección del programa de mantenimiento autónomo
- Realizar el mantenimiento específico de su área
- Apoyar a la capacitación de los operadores

Operadores

- Aplicar las 5S en su equipo y puesto de trabajo
- Realizar el mantenimiento autónomo asignado
- Conservar y controlar los recursos asignados
- Comprometerse al proyecto
- Analizar posibles mejoras en el equipo
- Comunicar oportunamente fallas, anomalías y problemas en su equipo.
- Llenar oportunamente la documentación asignada.

Paso 4: establecer políticas y objetivos para el *TPM*

Se establecieron una lista de objetivos los cuales serán adoptados por el área de trabajo para poder medir el progreso con respecto a la implementación del *TPM*, los objetivos establecidos por la empresa son:

- 1) Lograr un programa de mantenimiento programado acorde a las necesidades que se tienen en el área
- 2) Crear un programa de mantenimiento autónomo e involucrar a todos los operarios en el mismo

- 3) Crear un programa de 5's y promover su aplicación como complemento a la implementación del *TPM*
- 4) Reducir considerablemente el tiempo de paradas y de generación de scrap aumentando la productividad
- 5) Paso 5: plan maestro

El plan maestro que se generó es el cronograma de actividades

Actividades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Dar a conocer a los empleados el <i>TPM</i> .					
Realizar grupos de trabajo					
5's en el área					
Plan de mantenimiento autónomo.					
Implementación de listas de verificación.					
Corrección de fallas menores					
Aplicación de etiquetas					
Registro de paradas					

Lección puntual					
Revisión y actualización de plan de mantenimiento preventivo					
Evaluación de resultados					
Reuniones de seguimiento con asesores (interno y externo)					
Elaboración y Entrega de reporte de Residencias Profesionales					

Tabla 13. Cronograma de actividades.

Paso 6: lanzamiento

Para el lanzamiento se realizó una reunión en la que estuvieron presentes los trabajadores del área, así como supervisores y el supervisor general, en la que se informó que, a partir de esa reunión la cual se llevó a cabo el día 22 de agosto del 2022 se comenzaría a implementar el *TPM*. Se aclara que todo el personal ya estaba informado de la decisión de esta implementación, pero lo realizado hasta este momento solo abarcaba la capacitación inicial, creación de herramientas y estándares a utilizar, etc.

Paso 7: Aplicación de 5's como base del *TPM*

Es muy recomendable, para poder llevar a cabo exitosamente la implementación de la filosofía *TPM*, aplicar previamente la estrategia denominada 5S, donde se busca

disciplina y orden en los empleados e instalaciones de la organización, dos conceptos fundamentales para una correcta labor sobre el *TPM*.

Si es posible aplicar correctamente las 5S dentro de la organización, es muy probable que se logre una exitosa implementación del *TPM*. El método de las 5S, así denominado por la primera letra del nombre que en japonés designa cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa que se inició en Toyota en los años sesenta con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral.

Este método no requiere que se imparta una formación compleja al personal, ni expertos que posean conocimientos sofisticados, aunque es fundamental implantarlo mediante una metodología rigurosa y disciplinada. Se basa en gestionar de forma sistemática los elementos de un área de trabajo de acuerdo a cinco fases, conceptualmente muy sencillas, pero que requieren esfuerzo y perseverancia para mantenerlas, siendo cada una de ellas correspondida a una palabra japonesa de primera letra S:

*En anexos

Tríptico informativo entregado a operadores para dar un panorama más amplio del conocimiento de las 5's.

Seiri (clasificación, selección)

Para la realización de la clasificación se identificó dentro del área aquellos artículos que son innecesarios e inútiles para separarlos, donarlos o tirarlos.

Se separó lo que se necesita de lo que no para mejorar el flujo de cosas para evitar, estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc.

Para realizar la correcta clasificación nos basamos en el siguiente esquema de clasificación

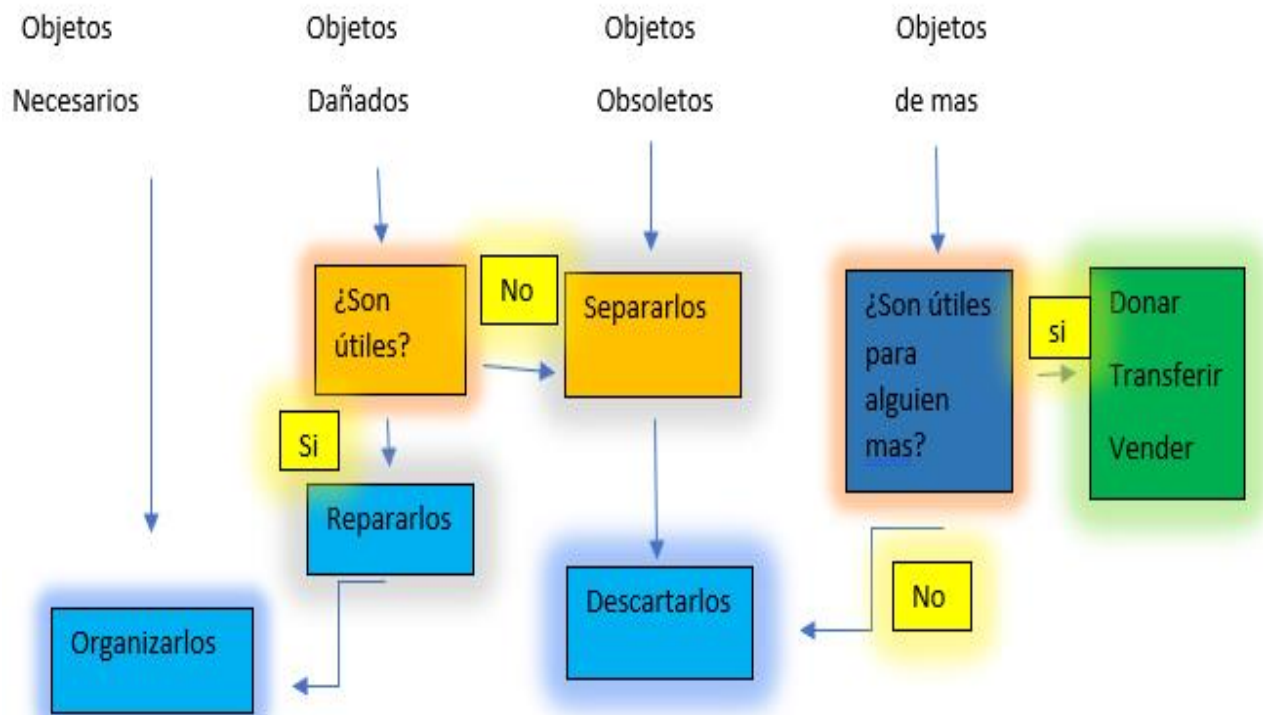


Figura 30. Secuencia de pasos para realizar la clasificación.

Algunas de las actividades realizadas dentro de lo que es la clasificación, se detectaron bases, mesas a las cuales no se les estaba dando un uso y fueron retiradas del área de trabajo, también otros artículos sin uso como impresoras, inclusive máquinas y fuentes de poder.

Seiton (orden)

Consiste en disponer de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario. Estos lugares deben de disponer de sitios debidamente identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia. Se utiliza la identificación

visual, de tal manera que les permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición.

También tratamos de identificar el grado de utilidad de cada elemento, para realizar una disposición que disminuya los movimientos innecesarios.

Esta forma de actuar se aplicó en todas partes del área:

- Estanterías, bases, gavetas, cajas...
- suelos, pasillos...
- Consumibles, herramientas de máquinas, entorno de éstas...
- Eliminar y dar de baja piezas, productos dañados, rotos, dañados, caducados, ...

Algunos ejemplos de actividades que se realizaron dentro de lo que es el orden, se asignó áreas específicas para cajas vacías, se delimitaron áreas, asigno un lugar para colocar el material defectuoso, asigno un espacio para colocar documentación.

Seiso: (Limpieza)

Para esta “S” que significa limpiar se realizó una inspección en el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, de esta manera anticiparse para prevenir defectos. Dentro de esta actividad se involucra:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus consecuencias.
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.), adecuarlos para su uso más eficiente (empalmes rápidos, reubicaciones, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”. Se trata de dejar las cosas como “el primer día”.

La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran

importancia. A través de la limpieza se aprecia si un motor pierde aceite, si existen fugas de cualquier tipo, si hay tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir.

Algunos ejemplos de actividades que se realizaron dentro de lo que es la limpieza son, limpieza profunda en pasillos, después se quitó la pintura del piso para volver a pintar y el área luciera más agradable y adecuada. Se realizó limpieza dentro de las cabinas, en los jigs de soldadura para de esta manera primero eliminar la suciedad y segundo como inspección para identificar partes dañadas, flojas etc.

Seiketsu (Estandarización):

La fase de Seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”. Estandarizar supone ejecutar un determinado procedimiento de manera donde la organización y el orden sean factores fundamentales. Esta estandarización puede ser, de la forma más simple, un papel, una fotografía o un dibujo.

Su aplicación comporta las siguientes ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que éstos se aplican correctamente.
- Transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares.
- Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.
- Evitar errores en la limpieza que a veces pueden provocar accidentes.

En este caso la manera de llevar a cabo la estandarización de las primeras 3 “S” lo realice mediante la implantación de un check list de 5’s, de esta manera los operadores podían revisar de una manera sencilla una serie de criterios para determinar si se tiene una buena selección, orden y limpieza.



Línea	Maniföld 2 (H60)
Máquina o equipo	
Semana	Del _____ al _____
Mes	
Año	2022

Check list de 5's

+	
Erberto Esquivel	
Gómez	
Elaboro	Reviso
	Aprobó

5's	Punto a verificar	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes								
		1er turno	2do turno	3er turno	1er turno	2do turno	3er turno	1er turno	2do turno	3er turno	1er turno	2do turno	3er turno	1er turno	2do turno	3er turno						
Selección	Pasillos y pisos libres de artículos innecesarios																					
Selección	Bases, racks, soportes u otros sin artículos no deseados																					
Selección	Avisos visuales útiles y actualizados																					
Selección	existe apariencia ordenada en máquina																					
Orden	Áreas delimitadas																					
Orden	Materiales con tarjeta de identificación																					
Orden	Materiales o materias primas ordenadas																					
Orden	Cables; mangueras limpios y bien acomodados																					
Orden	Apariencia general de orden alrededor de la máquina																					
Orden	Es fácil identificar cualquier material																					
Orden	Existe un orden adecuado dentro de cabina o máquina																					
Orden	Artículos tienen ubicación establecida (herramientas, consumibles etc.)																					
Limpieza	Se cuenta con artículos de limpieza necesarios																					
Limpieza	Se realiza limpieza en piso y pasillo																					
Limpieza	Se realiza limpieza en máquina y en jig																					
Limpieza	Los desechos (tubos, basura, rebabas, polvo u otro) fueron correctamente eliminados																					
Estandarizar	Se llena check list adecuadamente																					
Estandarizar	Se tienen letreros actualizados																					
Disciplina	Se realizaron adecuadamente las 3 primeras 5's (selección, orden y																					

Tabla 14. Hoja de verificación implantada para estandarización de las 5's.

Shitsuke (disciplina)

El objetivo de la disciplina es el de que realización se las 4 anteriores “S” se convierta en un hábito, la forma que se llevara a cabo es mediante revisiones constantes de los documentos que realizan los operadores para que de esta manera ir fomentando en los trabajadores la revisión de los mismos como una rutina del día a día y como una responsabilidad en su área de trabajo.

Una herramienta que será de gran ayuda en el seguimiento con respecto al cumplimiento de la metodología será la siguiente.

Área de la casa		
Revisa		Fecha
Aplicación de las 3´s	Punto de observación	Puntuación del 0 al 3
Seiri	Se eliminan los objetos innecesarios	
Seiton	Se observa orden e identificaciones en el área	
Seiso	Se mantiene limpia el área y los artículos	
	Puntaje total	
0 a 2	Insatisfactorio	
3 a 5	Regular	
6 a 7	Bueno	
8 a 9	Excelente	

Tabla 15. Método de evaluación de las 5´s para correcto seguimiento.

Paso 8: Mejoramiento de la efectividad de los equipos.

En esta parte de la implementación se utilizaron de las tres herramientas más importantes de las que dispone el *TPM*. Las cuales son las etiquetas, el registro de paradas y las sugerencias.

A continuación, explico el uso que se dio y las características de estas herramientas implantadas.

Etiquetas:

Se realizó la implementación de uso de etiquetas, la función de estas fichas es para para indicar fallas o posibles mejoras encontradas en los equipos o máquinas.

Esta consiste en una ficha de papel que se coloca (generalmente atada) al equipo al que pertenece. Para la aplicación de esta herramienta se realizan campañas de etiquetado, donde se reúne personal de distintos cargos y tareas (operario, jefe de turno, ingenieros de mantenimiento, ingeniería, etc.), las cuales se congregan alrededor de un equipo o puesto determinado con la finalidad de encontrar fallas o visualizar posibilidades de mejora en el mismo.

Con esta herramienta se pueden encontrar fallas o situaciones donde la falla sea próxima en los equipos o máquinas y visualizar posibles mejoras en los procesos (ergonomía, distribución o lay out, etc.). En las reuniones se da prioridad a las sugerencias u opiniones del operario del puesto, ya que es el que más conocimiento tiene acerca del funcionamiento y operación del equipo, pudiendo otorgar valiosa información para la correcta utilización de la herramienta.

En nuestro caso la forma que se está llevando a cabo es mediante las inspecciones cuando se realizan tanto las 5's, así como a la revisión de *check list* de mantenimiento autónomo.


		 Folio	TPM <input type="text"/>
Fecha:			
Línea:			
Maquina:			
Defectos:			
Tipo de falla:			
Descripción de la anomalía:			
Fecha plan de cierre			
Fecha real de cierre			
Acción correctiva			
Actividad verificada por:			
		 Folio	TPM <input type="text"/>

Tabla 16. Etiqueta que se implementó en el área de manifold H60.

Mediante el uso de las etiquetas se pretende lograr lo siguiente:

Objetivos de las etiquetas:

- a) Desarrollar la capacidad de los operarios de detectar, localizar y señalar las fuentes anunciadoras de fallas de funcionamiento para evitar las paradas

- b) Favorecer la apropiación de los medios por los operarios
- c) Mejorar la relación entre los sectores involucrados en la creación y resolución de las etiquetas

Puntos a completar en las etiquetas:

- 1) Descripción de la anomalía donde la persona describe lo más detalladamente posible la falla o mejora propuesta
- 2) Causa probable: si la persona conoce la causa aquí describe la misma, para que el encargado de resolverla pueda corregir el problema desde la causa raíz
- 3) Fecha
- 4) Sector de la empresa
- 5) Equipo o máquina donde se coloca la etiqueta
- 6) Etiqueta elaborada por: persona que creo la etiqueta
- 7) Responsable de reparación: puede ser una persona o sector (por ejemplo, ingeniería o mantenimiento)
- 8) Plazo de reparación: si la persona encargada de resolver la falla se encuentra presente en el momento de crear la etiqueta, esta misma decide junto al personal del sector el plazo de resolución. En caso contrario se coloca una fecha máxima para solucionar la falla
- 9) Nivel de urgencia: esta es una indicación visual que indica que tan crítica es la falla. Para indicar el nivel se tachan todos los que no corresponden. De esta forma se hace más visible el nivel de urgencia que se presenta.



Tabla 17. Tablero de etiquetas.

Registro de paradas.

Otra de las herramientas importantes del *TPM* de las cuales se hizo uso es el registro de paradas, dicha herramienta se basa en una plantilla para el seguimiento de anomalías de la maquinaria o de producción, detallando el tiempo, causa y cantidad.

La planilla posee las causas más comunes de fallo (determinadas previamente) para obtener un registro diario de las mismas y poder analizarlas, de esta manera buscar soluciones o mejoras. El operador debe anotar las anomalías haya paradas o no.

Dependiendo de los requerimientos del supervisor, la planilla puede utilizarse para registrar defectos en los productos y no necesariamente fallas o paradas en la maquinaria. De esta forma se puede trabajar en conjunto con el área de calidad para detectar lo antes posible fallas o defectos en los productos en proceso.

Ventajas de la herramienta:

- Considera cada parada como una anomalía, aunque el operario sepa resolverla con una intervención puntual
- Contribuye a obtener un mejor conocimiento de la maquinaria por parte del operador
- Provee a mantener un registro preciso y confiable de las fallas de funcionamiento para tratar las causas y evitar que vuelvan a producirse.
- Refleja el estado general de la línea

Utilización de la herramienta:

- Los operarios puntean todas las anomalías, haya paradas o no
- Anotar las paradas en hojas diarias y después en cuadros recapitulados
- El tratamiento se efectúa con un trabajo del personal de fabricación y apoyo a la producción
- Tratar los problemas asignándoles un piloto y un plazo
- Efectuar un seguimiento del número de anomalías y su tratamiento.

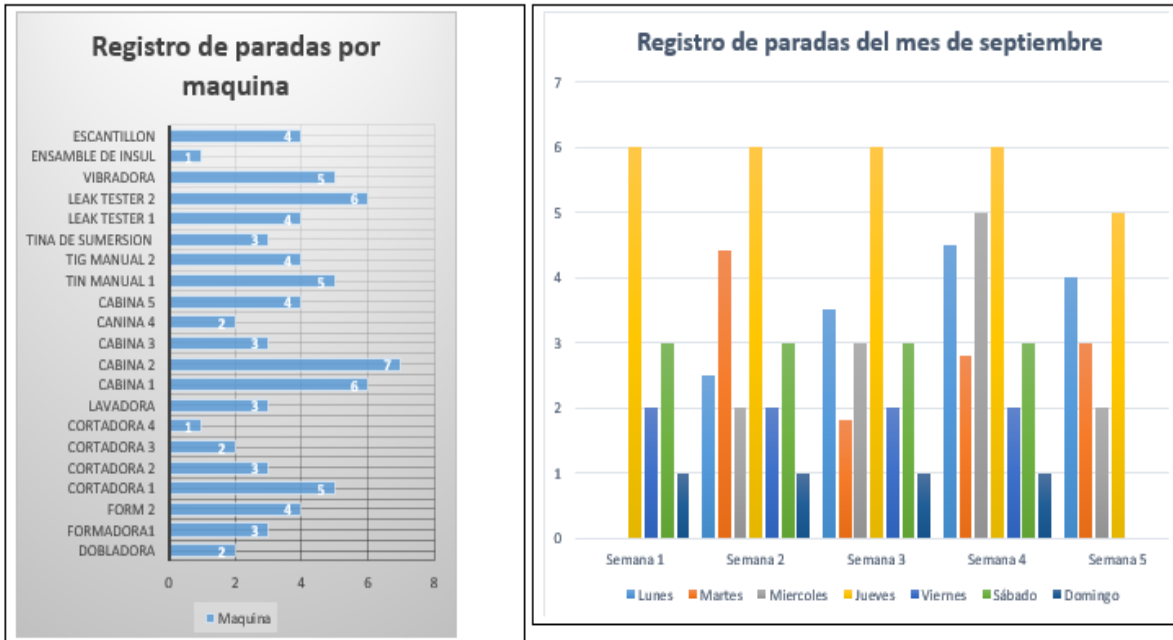


Proceso	manifuld 2
Mes	Septiembre
Año	2022

Eriberto Esquivel Gómez		
Elaboro	Reviso	Aprobó

TPM

Gráfico de registro de paradas de la línea de manifuld 2 (H60)



Fecha de actualizacion:	
Responsable:	
Observaciones:	

Tabla 18. Formato de registro de paradas implementado en el área de producción de manifuld H60.

Sugerencias.

Las hojas de sugerencias son una herramienta que también implemente como parte del TPM, esta es una herramienta simple y no requiere capacitación alguna, es de mucha utilidad. En la misma se realizan sugerencias de distinto tipo, como ser problemas o posibilidades de mejora en equipos, procesos, seguridad, calidad, etc.

No solo mejora la calidad y operación de los equipos y procesos, sino que participan todas las áreas, con lo que las posibilidades de mejora son muy amplias (seguridad, mantenimiento, procesos, administración, compras, etc.).

Ventajas:

- Anónimas o personales
- Fácil utilización
- Pronto análisis de las mismas
- Independientemente si se concreta o no la propuesta incluida en la sugerencia, en caso de no ser anónima se le agradece al sugerente y se le comunica que su aporte es tenido en cuenta y analizado.

		<table border="1"> <tr><td>Proceso</td><td>Dobladora, manifold 2</td></tr> <tr><td>Mes</td><td>Septiembre</td></tr> <tr><td>Año</td><td>2022</td></tr> </table>		Proceso	Dobladora, manifold 2	Mes	Septiembre	Año	2022	<table border="1"> <tr><td>Eriberto Esquivel</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Gómez</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Elabora</td><td>Revisa</td><td>Aprobó</td></tr> </table>		Eriberto Esquivel			Gómez			Elabora	Revisa	Aprobó	<table border="1"> <tr><td style="text-align: center;">TPM</td></tr> </table>		TPM
Proceso	Dobladora, manifold 2																						
Mes	Septiembre																						
Año	2022																						
Eriberto Esquivel																							
Gómez																							
Elabora	Revisa	Aprobó																					
TPM																							
Sugerencia de mejora																							
Nombre completo (puede ser anónimo):																							
Puesto y cargo:																							
Fecha:																							
Tipo de mejora: Subrayar las que corresponden:		<table border="1"> <tr> <td>Seguridad</td> <td>Productividad</td> </tr> <tr> <td>Ergonomía</td> <td>Confort</td> </tr> <tr> <td>Otras</td> <td></td> </tr> </table>					Seguridad	Productividad	Ergonomía	Confort	Otras												
Seguridad	Productividad																						
Ergonomía	Confort																						
Otras																							
Descripción del tema y propuesta:		Antes.		Después.																			

Tabla 19. Formato de sugerencias usado en la empresa.

Paso 9: establecer un programa de mantenimiento autónomo para los operadores

El paso número nueve en la implementación del *TPM* consistió en la implementación del mantenimiento autónomo, el cual consiste en involucrar a los operadoras en la realización de actividades que son consideradas como primarias de mantenimiento, tales como corrección de fallas sencillas, inspeccionar, reaprietes, corregir fugas, derrames, con esto se logra varias cosas, por ejemplo se reduce la cantidad de fallas para el personal de mantenimiento, se reduce la presentación de paros menores constantes, el operador genera conocimientos y habilidades que lo harán más capaz y una persona con más habilidades.

El principal inconveniente que aquí se presenta es el rechazo por parte de los operarios a la realización de tareas de mantenimiento, que antes realizaban los técnicos, considerando que incurren en la realización de tareas que no les corresponden, aumentando su carga de trabajo.

Para realizar las actividades de mantenimiento autónomo se realizará un *check list* el cual es diferente para cada equipo, ya que este formato estará diseñado específicamente para cada máquina por lo cual se imprimió un formato para cada operador.

De manera inicial se acordó con el supervisor general del área que días se estará llevando a cabo la revisión del *check list*, él solicitó que le gustaría que se checara una vez a la semana, dependiendo de que los operados se familiaricen con el documento y con las actividades se podrán ir aumentando la frecuencia de la revisión del *check list*. De igual manera inicialmente solo se llevará el *check list* el primer turno.

*En anexos

Tríptico informativo entregado sobre mantenimiento autónomo.



Línea	Maniföld 2 (H60)
Proceso	Estación # lado
Semana	Del al
Mes	Septiembre
Año	2022

Check list de Mantenimiento autónomo

Erberto Esquivel Gómez		
Elaboro	Reviso	Aprobó

Equipo	Punto a verificar	Método de revisión	Lunes	¿Coloco etiqueta condición anormal?	Martes	¿Coloco etiqueta condición anormal?	Miércoles	¿Coloco etiqueta condición anormal?	Jueves	¿Coloco etiqueta condición anormal?	Viernes	¿Coloco etiqueta condición anormal?
			1er turno		1er turno		1er turno		1er turno		1er turno	
Estación de soldadura	Funcionamiento del robot normal sin ruidos anormales	Oído										
	Protectores, guardas en buenas condiciones	Visual										
	Mangueras sin fuga de aire	Oído, tacto										
	Sistema de clampado sin daños	Visual										
	Sensores de cilindros en condiciones buenas	Visual										
	Sensores de presencia en buenas condiciones	Visual										
	Confirmación de porta boquilla y campana	Visual, tacto										
	Sensor de color de bote de micro alambre funcionando	visual										
	Presión de rodillos de alimentador de 2 a 4	visual										
	Cable de tierra no flojo, no trozado	Visual, tacto										
	Rodillos de alimentador no sucios	visual										
	Cuello de antorcha son daño visible, desgaste	visual										
	seguros de rodillos de alimentador debidamente colocados	visual										
	Tornillos faltantes o tornillos flojos	Tacto, visual										
	Porta inbox con desgaste	visual										
	Partes mecánicas flojas	Tacto, visual										
	Pines o localizadores con evidente desgaste	Tacto, visual										
	Válvulas sin fugas de aire	Oído, tacto										
	Conectores sin fugas de aire	Oído, tacto										
	Cilindros sin fugas de aire	Oído, tacto										
	Manómetros sin fugas de aire	Oído, tacto										
	Correcto flujo de gas de 12 a 16 l/m	visual										
	Correcta presión de aire de .4 a .6 mpa	visual										
Otra 1)												
Otra 2)												
Otra 3)												
Otra 4)												
Otra 5)												

Tabla 20. Formato de mantenimiento autónomo de las cabinas de soldadura.

Ventajas del mantenimiento autónomo:

- Mayor sentido de pertenencia y responsabilidad hacia el equipo por parte del operador
- División de tareas de mantenimiento, los técnicos se encargan del mantenimiento más complejo
- Desarrollan las competencias técnicas de los operadores
- Sirve como integración entre el mantenimiento y la producción.

También como parte del mantenimiento autónomo se realizará otro documento, el cual tiene como nombre “lección puntual”, inicialmente para los operadores surgían dudas de cómo realizar las revisiones de su check list por lo que al usar este documento se pretende generar material de consulta para que tengan a la mano los procedimientos de las actividades de las cuales tengan dudas.









Proceso	Cabinas de soldadura, manufáct 2
Mes	Septiembre
Año	2022




Erierto Esquivel Gómez		
Elaboro	Reviso	Aprobo

TPM

Lección Puntual



Tema	Revisión de rodillos de alimentador de micro alambre	
Descripción	Ilustración	
1.- Levantar tapa del alimentador.		
2.- Aflojar y retirar tapa de rodillos.		
3.-Desclampar palancas de tensión.		
4.-Levantar rodillos superiores.		
5.- Retirar micro alambre retirándolo del alimentador.		
6.-Girar seguro del rodillo y retirar así los cuatro rodillos.		

Tema	Revisión de rodillos de alimentador de micro alambre	
Descripción	Ilustración	
<p>7.-Realizar limpieza de rodillos con trapo, puede usarse algún solvente.</p> <p>8.- Revisar visualmente, si se ve con desgaste avisar a supervisor.</p> <p>9.- En caso de no presentar desgaste, instalarlos y volver a armar e introducir el micro alambre.</p> <p>10.- Confirmar presión de rodillos, basándose en la norma que es de 3 a 4 mpa.</p> <p>11.- Cerrar tapa.</p> <p>12.- Sin concluye actividad sin contratiempo ya puede reanudar la operación de la máquina.</p> <p>13.-En caso de detectar anomalía, avisar a supervisor,</p>	  	

INTERNAI

Tabla 21. Formato de documento de lección puntual implantado en el área.

Paso 10 Plan de mantenimiento preventivo

El área de mantenimiento ya disponía de un plan de mantenimiento preventivo, el cual había sido creado desde hace ya varios años por la misma área sin el tratamiento previo con el área de producción.

Debido a esto, se decidió revisar dicho plan en colaboración tanto de producción y mantenimiento y con la nueva información obtenida con la utilización de las herramientas del *TPM* se pudo determinar que se requería actualizar la información de las actividades del mantenimiento preventivo.

Gracias a esta decisión se pudo mejorar el plan de mantenimiento programado (preventivo), observando una disminución de estas fallas a lo largo del proyecto.

El plan de mantenimiento preventivo deberá ser revisado constantemente para con la información obtenida con las herramientas del *TPM* para buscar optimizar los procesos continuamente y promover también el análisis de todas las fallas.

También se acordó con el departamento de actividades preventivas para que apoyaran en la cabina 1, la cual era la más conflictiva con respecto a la generación de scrap a realizar una serie de actividades con la finalidad de reducir el índice de fallas en la máquina y de generación de productos con defectos, dichas actividades consistían en realizar un mantenimiento al jig con actividades como cambio de cilindros con fuga, cambio de mangueras, cambio de sensores, colocación de carnaza para proteger cables y mangueras de las chispas de soldadura, reacomodo de cableado en terminales remotas del jig.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

12. RESULTADOS.

Luego de pasados 5 meses de haber comenzado con la implementación de las herramientas *TPM* en el área de manífuld (mediados de Julio), se volvieron a realizar cálculos tales como de generación de scrap, de costos de scrap, del grado de cumplimiento de las 5's y también se calculó nuevamente el *OEE*, con el fin verificar la evolución que presentaron con el transcurso del tiempo y saber si hubo cambio en algún indicador.

Objetivo 1- Resultados de generación de desperdicios en cabina 1 de soldadura (H / flg + pipes)

Uno de los objetivos a los cuales se pretendía mejorar era el de reducción de generación de scrap en la cabina 1 de soldadura, ya que esta era la maquina con el índice más alto de desperdicios y por tanto de costos, los resultados son los siguientes.

En las siguientes graficas se puede observar los resultados obtenidos y se pueden realizar comparaciones para confirmar la información obtenida.

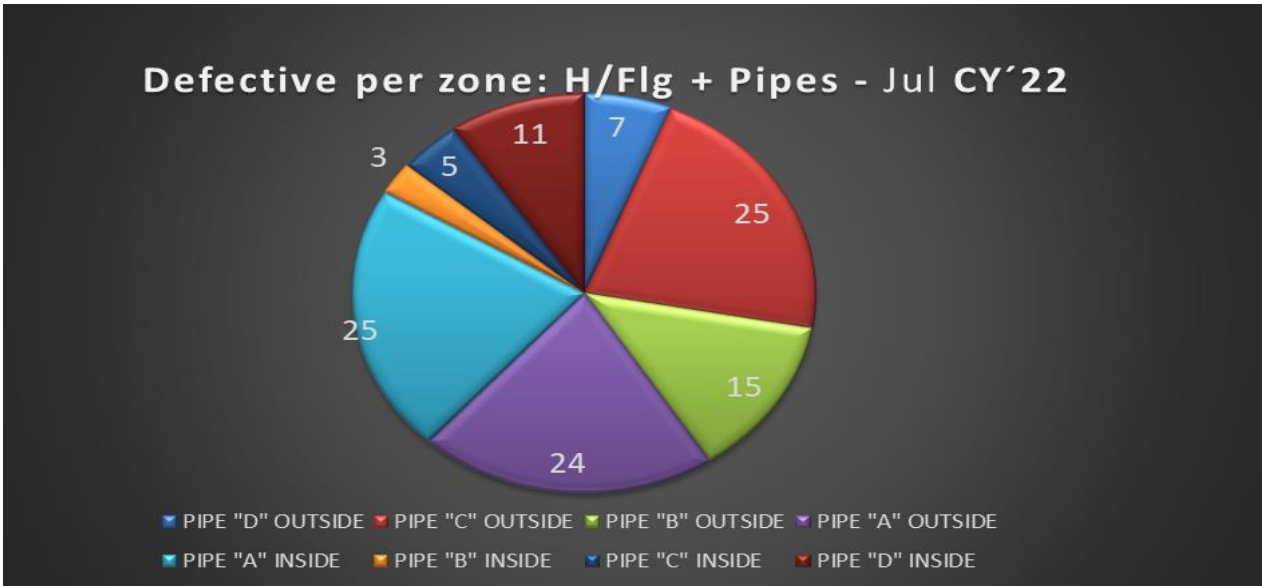


Figura 31. Reclamos de scrap por zona específica en cabina#1 en el mes de Julio del 2022.

(Fuente. Control de producción Marelli mexicana GTS)

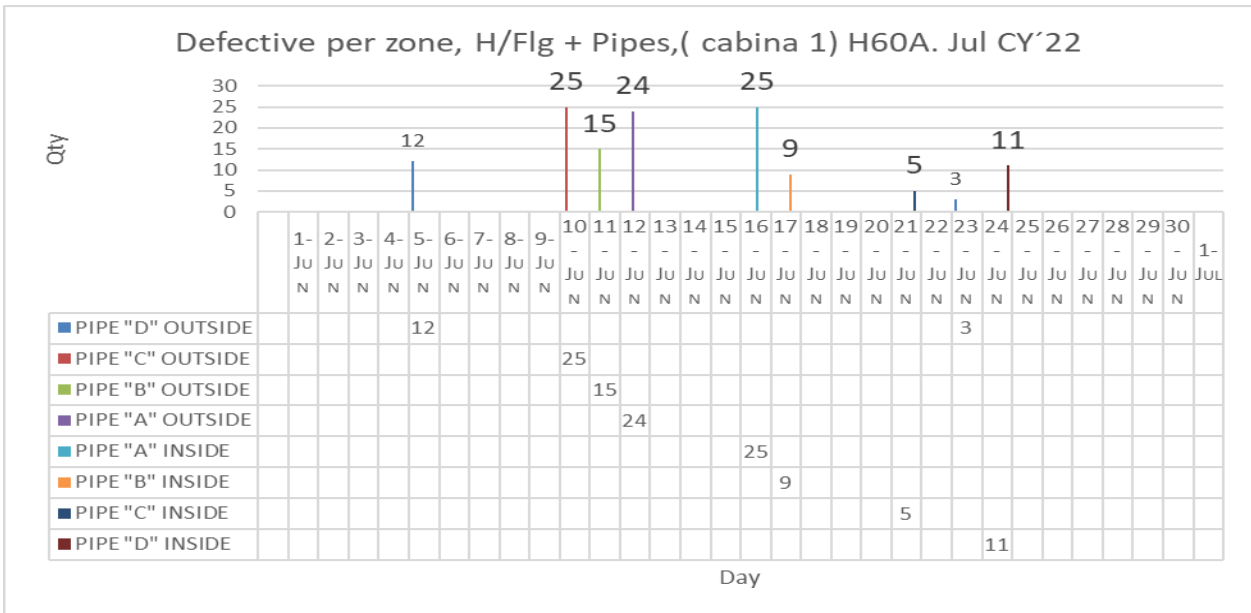


Tabla 22. Defectos por fecha en Julio del 2022.

(Fuente. Control de producción Marelli GTS)

Defective per zone: H/Flg + Pipes - Nov CY'22

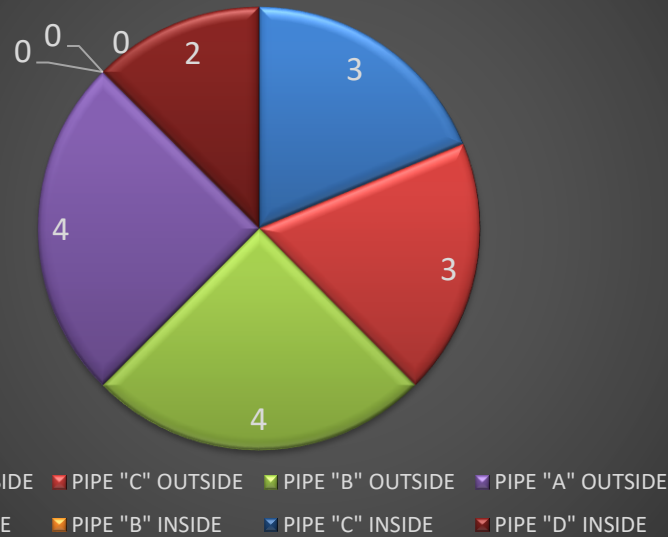


Figura 32. Reclamos por scrap por soldadura por zona específica en cabina 1 en el mes de noviembre.

(Fuente. Control de producción Marelli mexicana GTS)

Defective per zone, H/Flg + Pipes, (cabina 1) H60A. Nov CY'22

Qty	1-11	12-20	21-30	1-DEC
	1-11	12-20	21-30	1-DEC
PIPE "D" OUTSIDE			3	
PIPE "C" OUTSIDE		3		
PIPE "B" OUTSIDE		2	2	
PIPE "A" OUTSIDE		1	3	
PIPE "A" INSIDE				
PIPE "B" INSIDE				
PIPE "C" INSIDE				
PIPE "D" INSIDE		2		

Tabla 23. Defectos por fecha en noviembre del 2022.

Zona	Descripcion	Cantidad de defectivo en Julio.	Cantidad de defectivo en Noviembre
1	PIPE "D" OUTSIDE	7	3
2	PIPE "C" OUTSIDE	25	3
3	PIPE "B" OUTSIDE	15	4
4	PIPE "A" OUTSIDE	24	4
5	PIPE "A" INSIDE	25	0
6	PIPE "B" INSIDE	3	0
7	PIPE "C" INSIDE	5	0
8	PIPE "D" INSIDE	11	2
	Total, piezas	115	16
	Costo pieza	1120	

Tabla 24. Comparación de defectos en cabina #1 (H/flg+pipes) de soldadura de Julio / Noviembre.

(Fuente. Control de producción, Marelli San Francisco de los Romo.)

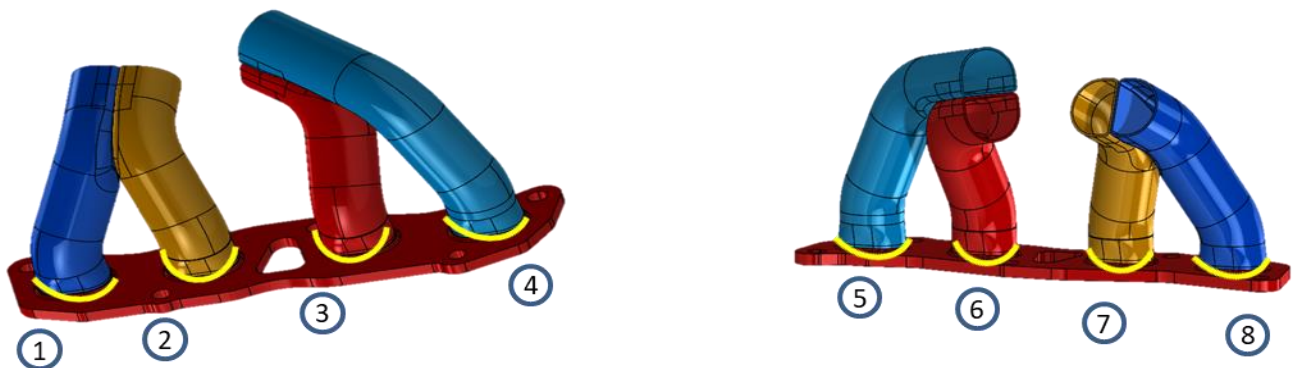


Figura 33. Ubicación de zonas de soldadura

(Fuente. Ingeniería Marelli San Francisco de los Romo.)

	Porcentaje de scrap (Julio)	Porcentaje de scrap (noviembre)
Piezas defectuosas	115	16
Comparativo de porcentaje	100%	13.91%
Porcentaje reducido.	86.09%	
Costo por pieza en pesos	\$1120	
Costo total	\$128800	\$17920
Ahorro total en pesos	\$110880	
Objetivo de reducción	Se pretendía reducir 30%	Se logró reducir 86.09%

Tabla 25. Comparación de porcentajes y objetivo logrado.

Para el mes de noviembre las piezas con defecto fueron reducidas de 115 en el mes de Julio a 16 en el mes de noviembre, reduciéndose un 86.09% la generación de defectivo en la cabina #1

Por lo tanto, el objetivo inicial se cumplió ya que se tenía planteado reducir la generación de desperdicios un 30% más sin embargo las expectativas fueron superadas un 56.09 % más a lo esperado, con un ahorro total de \$110880 pesos al mes.

Para reducir de manera importante la generación de scrap en la cabina hubo una combinación importante de todas herramientas propias del *TPM* como lo son la limpieza inicial, las 5's mediante las check list, el mantenimiento autónomo para identificar condiciones anormales, corregir fallas menores y sobre todo para realizar inspecciones involucrando también las demás herramientas del *TPM* como las tarjetas para registrar las fallas pendientes y darles seguimiento, lección puntual para fomentar la capacitación de los operadores y formatos de sugerencias para implementar mejoras y finalmente el

mantenimiento preventivo para realizar actividades para reducir los paros por mantenimiento correctivo y también los paros menores constantes así como los defectos. A continuación, se pueden ver algunas evidencias de correcciones realizadas en la cabina.

Objetivo 2- Reducir los tiempos de paro en las cabinas 2,3,4 y 5 un 15%.

Con respecto al segundo objetivo en el cual se pretendía mejorar la disponibilidad de las cabinas de soldadura, ya que un alto porcentaje de paros se presentaban dichas cabinas, el problema es que del total de equipos en la línea que son 24, solo 5 son cabinas de soldadura, la situación inicial era la siguiente.

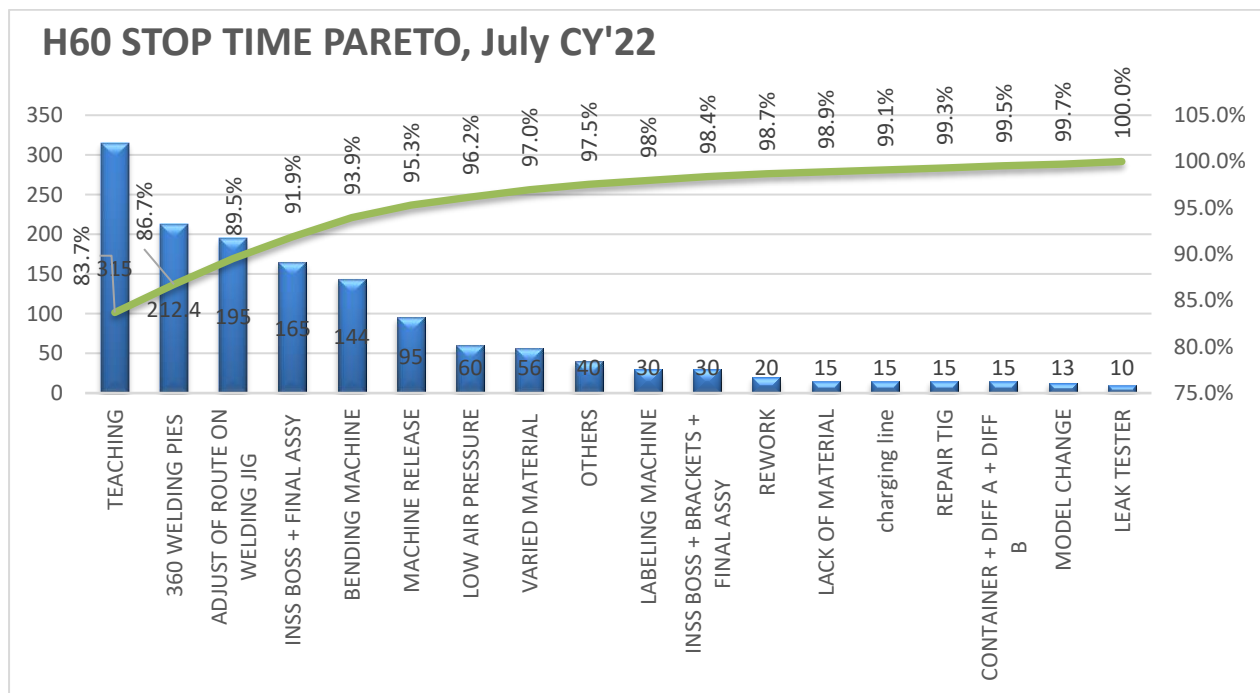


Tabla 26. Tiempos de paro del mes de Julio en manifuld 2.

(Fuente. Control de producción Marelli.)

Paros relacionados con cabinas de soldadura	
Teaching	315
360 welding pipes	212.4
Adjust of route on welding pipe	195
Inss boss + final assy	165
In boss+ Brackets+ final	30
Container + dif A + dif B	14
Total	931.4 minutos

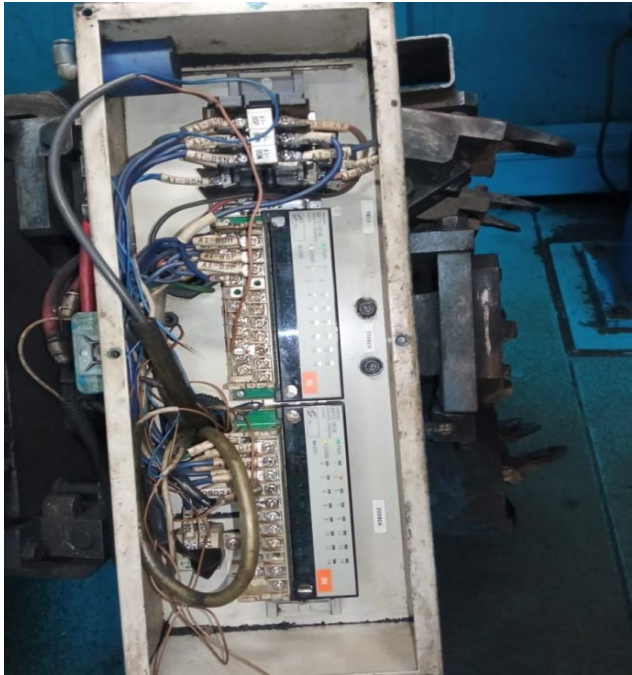
Tabla 27. Paros de Julio relacionados con cabinas de soldadura.

(Fuente. Control de producción Marelli.)

En el mes de Julio en total se tuvieron un total de 1865.4 minutos de paro, de los cuales los paros relacionados con problemas tales como ajustes soldadura, fuera de ruta, de aplicación, de apariencia, es decir todos aquellos paros que involucraran a las cabinas de soldadura sumaban un total de 931.4 minutos, es decir el 49.93% de los paros totales.

Para lograr un mejoramiento general en las cabinas y reducir los tiempos de paro se trabajó conjuntamente con las actividades de 5's, de mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo, complementando con los formatos propios del *TPM*, a continuación, se muestran algunas evidencias de las actividades realizadas para reducir los tiempos de paro.

Antes



Después.

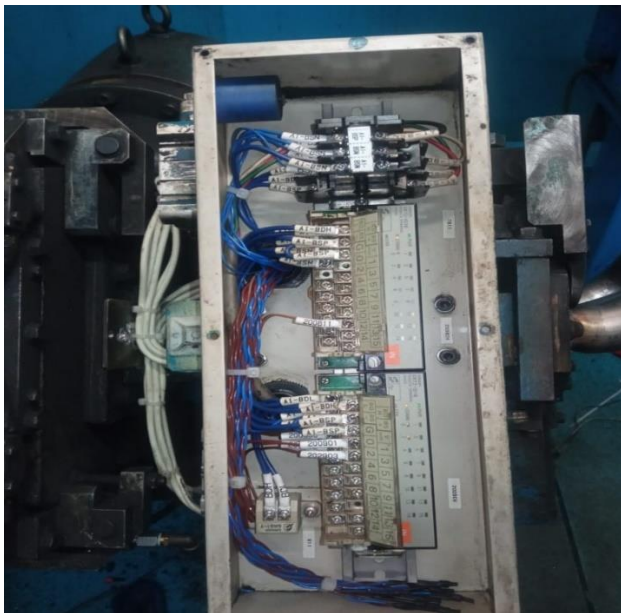


Figura 34. Referente a actividades de mejora en cabinas.

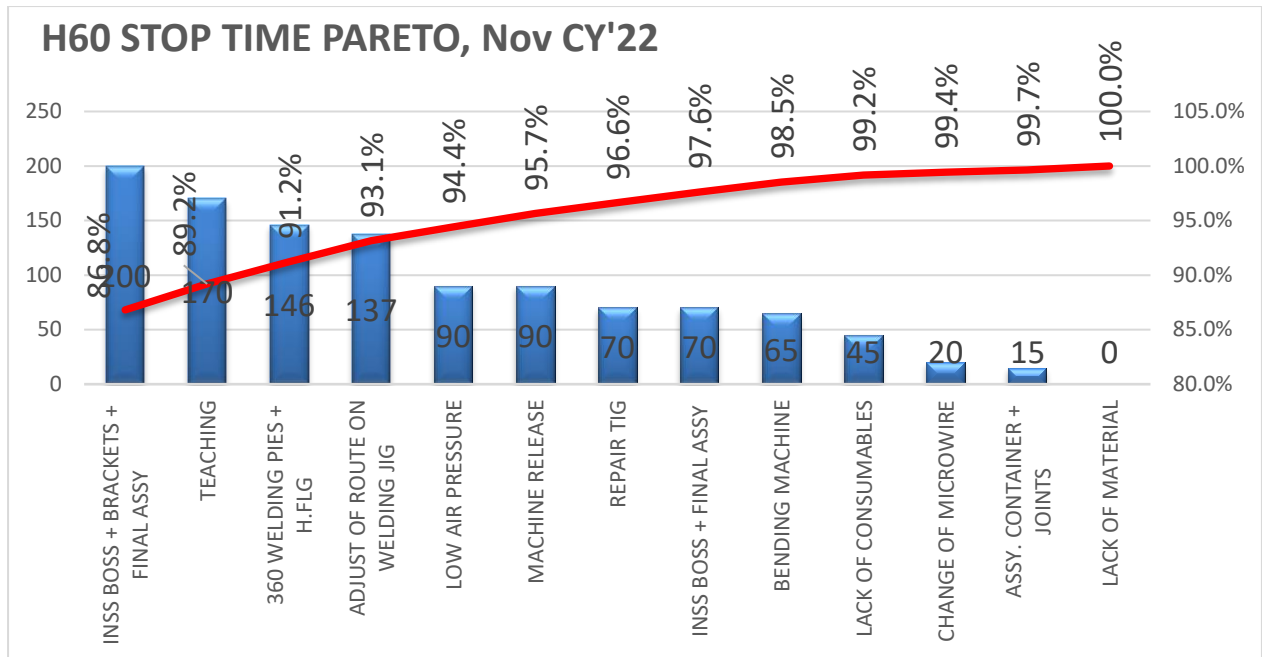


Tabla 28. Resultados de tiempos de paro en la línea de manifuld en el mes de noviembre.

(Fuente. Control de producción Marelli.)

Paros relacionados con cabinas de Minutos soldadura	
Teaching	170
360 welding pipes	146
Adjust of route on welding pipe	137
Inss boss + final assy	70
Inss boss+ Brackets+ final	200
Assy. Container + joins	15
Total	738 minutos

Tabla 29. Paros de Noviembre relacionados con cabinas de soldadura.

(Fuente. Control de producción Marelli.)

Para el mes de noviembre los paros totales se redujeron a 1448 minutos de paro de los 1865 minutos iniciales del mes de Julio, reduciéndose un 22.35% los paros totales y a su vez se redujo el porcentaje de paros en cabinas de 931.4 minutos en el mes de Julio a 738 minutos en el mes de noviembre lográndose una reducción de paros en cabinas del 20.76%.

Por tal razón se concluye que el objetivo inicial se cumplió ya que se tenía planteado reducir los defectos en cabinas al menos un 15%, se superó la expectativa ya que se cumplió con el 20.76%.

Actividades realizadas para la optimización de la línea de producción como parte de 5's.

Objetivo Propuesto	Resultado obtenido
Implementar la Metodología 5's en el área de manifuld 2.	A continuación, se muestran una serie de evidencias de los resultados obtenidos.
Clasificación.	Se realizó un área común para colocar aquellos equipos como bases, mesas de trabajo a los cuales ya no se les da uso actualmente para segregarlos del área de producción, con ello se logró un área más espaciosa, con mejor apariencia en la que solo se tendrán los equipos y objetos que son necesarios en la operación



Se detectaron otros objetos, los cuales a pesar de ser funcionales no se les estaba dando uso, por lo cual fueron retirados y donados a otras áreas en las cuales, si se les daría una utilidad, dentro de estos artículos se detectaron impresoras, fuentes de poder y otras.



Orden	<p>Anteriormente cuando salían piezas defectuosas éstas eran acumuladas en una caja o tarima sin tener un lugar establecido realmente, como parte del orden se asignó un lugar específico para colocar estas piezas en la que puedan ser identificadas correctamente.</p>  <p>Se estableció un área común para colocar toda la información importante con respecto a los procesos, como hojas de operación, formatos diferentes, procedimientos, entre otros.</p>



Se establece un lugar específico tanto para cajas vacías, así como también para las materias primas.



Se delimita toda el área, también espacios para las máquinas, bases u otros artículos necesarios dentro del área de trabajo.



Limpieza

Como parte de la limpieza se realizó actividades en las que se detectó las fuentes de suciedad, en este caso son los residuos generados por la soldadura, generan tanto desgaste y suciedad en las cabinas, para esto se realizó limpieza mayor en el interior de las mismas, se pintaron los jigs para mejorar las condiciones y apariencia de los mismos.




También se eliminó toda la suciedad tanto en pasillos, entre máquinas y áreas en general de la línea de producción para posteriormente realizar actividades de pintura en el piso y generar un área más agradable para desempeñarse.



Disciplina	y Se establece un documento llamado check list el cual básicamente
------------	--

estandarización

tiene la función de establecer la disciplina y la estandarización de las actividades propias de las 3's anteriores, para esto se acordó con producción cuales son las actividades que se podrían establecer para su realización diaria, que se pudieran realizar de una manera sencilla permitiendo que el operador se sintiera cómodo al realizarlas ya que no significarían una carga extra de trabajo



MARELLI

Lista	Material 1 (M6)
Maquina o equipo	
Semana	04
Mes	01
Año	2022

Check list de 5's

Equipo	Equipo
Género	Género
Estado	Estado

	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes			
	1er turno	2do turno	3er turno	1er turno	2do turno	3er turno	1er turno	2do turno	3er turno	1er turno	2do turno	3er turno	1er turno	2do turno	3er turno	
5 S																
Punto a verificar																
Selección																
Partida y finalización de actividad																
Selección																
Barra, radi, soporte u otros en articulo no deseados																
Selección																
Artículos resaca entre y actualizados																
Selección																
esta apariencia ordenada en maquina																
Orden																
Artículos ordenados																
Orden																
Materiales con tarjetas de identificación																
Orden																
Materiales o material prima ordenados																
Orden																
Cable, empalme, cables y born																
Orden																
Aparatos propios de orden																
Orden																
Atendidos de la maquina																
Orden																
El tipo de material cualquier material																
Orden																
Esta un orden adecuado dentro de cabina e maquina																
Orden																
Acciones 5seas - acciones estables (herramienta, control, etc.)																
Orden																
Se realiza con artículos de limpieza																
Limpieza																
Se realiza limpieza en piso y																
Limpieza																
Se realiza limpieza en maquina y en 5S																
Limpieza																
Los desechos (bolsa, basura, metal, polvo u otros) hacen con 5S linea limpia																
Limpieza																
Se hacen niveles actualizados																
Estandarizar																
Se hacen niveles actualizados																
Estandarizar																
Se realizan dependencias las 5's																
Organizar																
Se realiza 5's (limpieza, orden y																

Tabla 30. Actividades de resultados obtenidos mediante las 5's

Inicialmente se realizó el gráfico radial para conocer la situación del área con respecto a la aplicación de las 5's, al finalizar el proyecto de residencias se volvió a realizar en base a las evaluaciones realizadas por supervisores y líderes del área obteniendo los siguientes resultados.

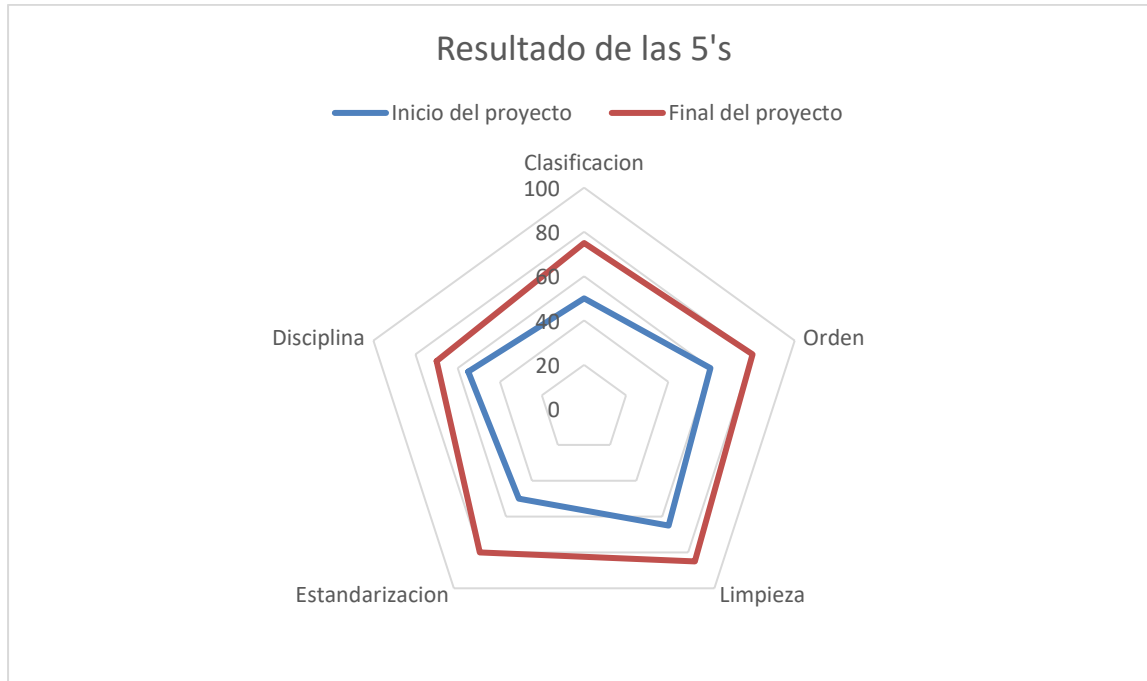


Tabla 31. Gráfico comparativo de la evolución de las 5's en el área.

Como se puede observar en el área existía un rezago marcado por lo cual el progreso es muy notorio se puede concluir lo siguiente.

	Situación inicial	Situación final	Progreso
Selección	50	75	25%
Orden	60	80	20%
Limpieza	65	85	20%
Estandarización	50	80	30%
Limpieza	55	70	15%

Tabla 32. Incremento porcentual de las 5's.

Objetivo 3- Reducir tiempos de paro de la dobladora de tubo un 15%.

De los 24 equipos en la línea de producción inicialmente se tenían como principales responsables de los tiempos de paro a las cabinas de soldadura, pero después de estas el equipo con la mayor generación de tiempos de paro era la dobladora de tubo (*bending machine*), la cual tenía 144 minutos de paro no planeados al mes, es decir más de 2 horas por ajustes y otras fallas

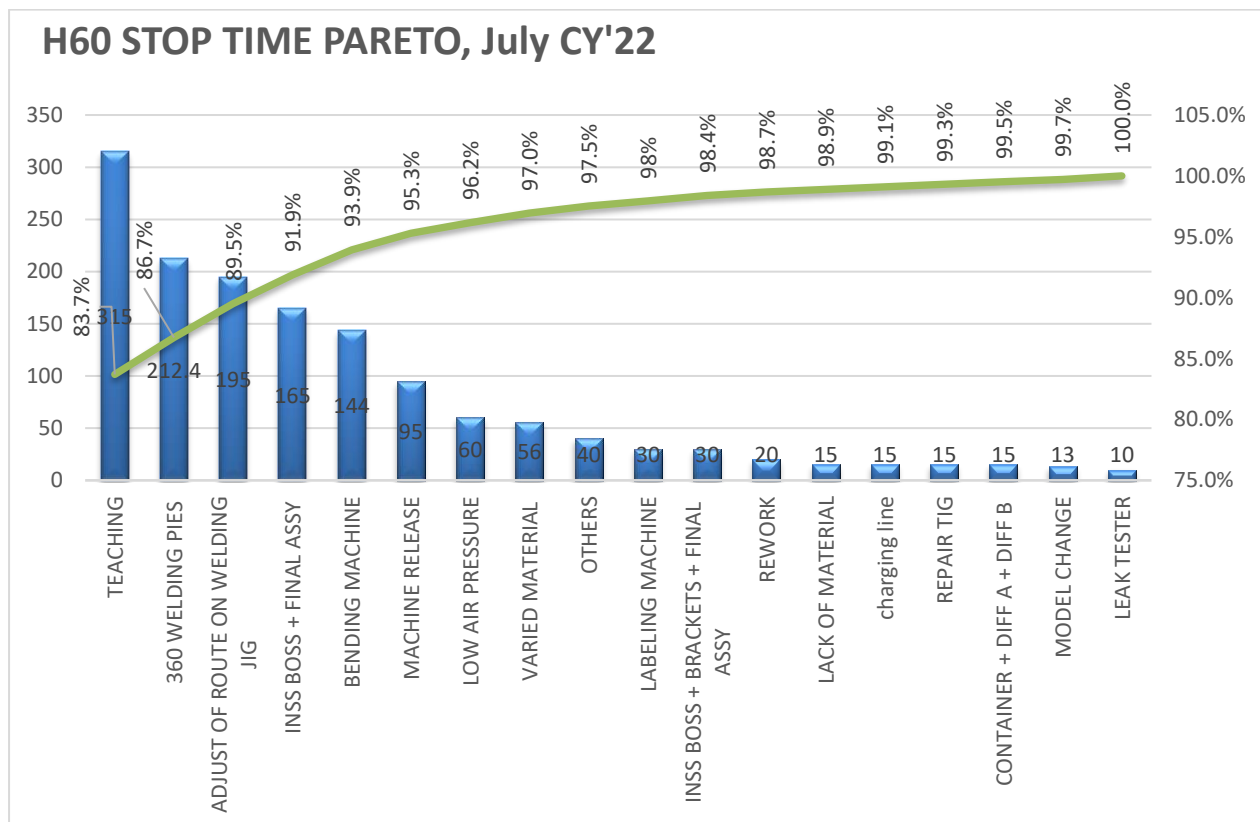


Tabla 33. Tiempos de paros en el área de manifuld 2 en el mes de Julio.

(Fuente. Control de producción Marelli.)

Por tal motivo este fue uno de las maquinas objetivo y la forma de atacar la problemática fue la de trabajar en forma conjunta el personal operario, así como líderes y supervisores con el personal de mantenimiento para aplicar todas herramientas propias del *TPM* como lo son la limpieza inicial, las 5's mediante las check list, el mantenimiento autónomo para identificar condiciones anormales, corregir fallas menores y sobre todo para realizar inspecciones involucrando también las demás herramientas del *TPM* como las tarjetas para registrar las fallas pendientes y darles seguimiento, lección puntual para fomentar la capacitación de los operadores y formatos de sugerencias para implementar mejoras y finalmente el mantenimiento preventivo para realizar actividades para reducir los paros, los resultados fueron los siguientes:

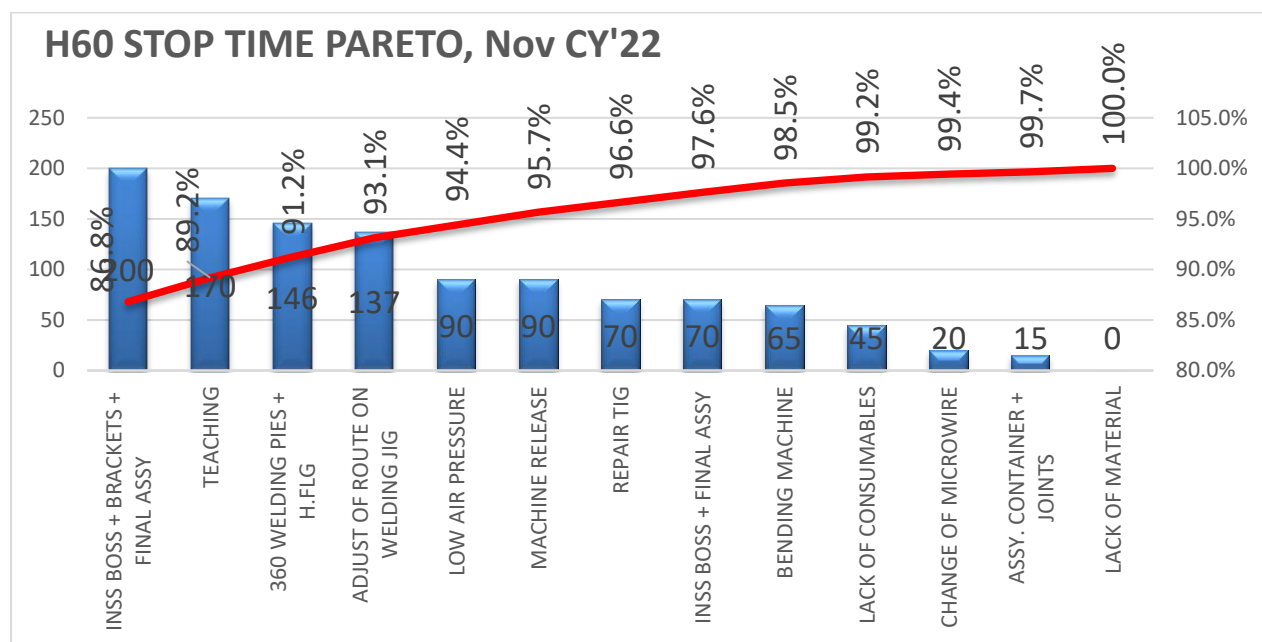


Tabla 34. Tiempos de paro en el área de manifuld 2 en el mes de noviembre.

Fuente. Control de producción Marelli.

Paros relacionados con la dobladora de tubo en el mes de Julio	Paros relacionados con la dobladora de tubo en el mes de Noviembre
144 minutos	65 minutos

Tabla 35. Tabla comparativa de los paros de la dobladora en Julio - noviembre.

(Fuente. Control de producción Marelli.)

Para el mes de noviembre los paros totales se redujeron a 1448 minutos de paro de los 1865 minutos iniciales del mes de Julio, reduciéndose un 22.35% los paros totales.

Los paros en la dobladora de tubo también tuvieron una reducción de 144 minutos en Julio a 65 minutos en el mes de noviembre, reduciéndose un 45% el tiempo de paro en la dobladora con lo cual podemos concluir que el objetivo fue cumplido ya que inicialmente se tenía planeado reducir el tiempo de paro un 15%.

Objetivo principal – Mejoramiento del OEE

Transcurridos los 5 meses del proyecto se volvieron a realizar los cálculos correspondientes y se generaron tablas comparativas para determinar la mejoría o evolución del área con respecto al mes de Julio, para esto se recopilaron los siguientes datos.

Datos	Valores Julio	Valores Nov.	medicion	operación
Dias trabajados al mes	16	16	dias	
Turnos trabajados al dia	1	1	turnos	
Horas por turno	12	12	horas	
paro por comedor al dia en horas	0.5	0.5	horas	
paro por brake al dia	0.25	0.25	horas	
Paro por arranque y fin de turno al dia	0.5	0.5	horas	
horas de paro por turno	1.25	1.25	horas	b5+b6+b7
Tiempo disponible al dia	10.75	10.75	horas	b4-b8
Tiempo disponible al mes	172	172	horas	b2*b9
Paros programados al mes	6.68	5.5	horas	
Tiempo disponible para produccion al mes	165.32	166.5	horas	b10-b11
Paros no programados al mes (fallas)	24.41	18.63	horas	
Disponibilidad en el mes	85%	89%	porcentaje	(b12-b13)/(b10-b11)
Producción real del mes	1980	2300	piezas	
Producción por día	123.75	143.75	piezas	b15-b2
Piezas defectuosas (desechos) al mes	167	35	piezas	
Produccion estandar por hora	16.26	16.26	piezas	
Rendimiento en el mes	91%	99%	Porcentaje	(b15/((b12-b11-b13))*b18))
Calidad en el mes	92%	98%	Porcentaje	(b15-b17)/b15
OEE (Indice de efectividad de los equipos)	70.80%	86.90%	Porcentaje	b14*b19*b20

Tabla 36. Comparativo de los cálculos del OEE.

Resumen de resultados.

	Indicadores			
	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
Inicial	85%	91%	92%	70.80%
Final	89%	99%	98%	86.90%
Variacion	4%	8%	6%	16%

Tabla 37. Resumen final de resultados.

El objetivo principal del proyecto fue el de aumentar el Índice de efectividad de los equipos un 10%, al iniciar el proyecto se tenía un *OEE* del 70.80 %, Según las deducciones de Seiichi Nakajima, la situación indicaba que el área era tradicional, al ser evaluada 5 meses después en el mes de noviembre los resultados nos dicen que el área se encuentra dentro del rango que la determina como área de clase mundial ya que supera el 85%.

Por lo anterior podemos determinar que el objetivo principal del proyecto se cumplió ya que se pretendía aumentar un 10% el *OEE* y al final proyecto se logró aumentarlo un 16%.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

13. CONCLUSIONES DEL PROYECTO.

Con respecto al primer objetivo

Una de las principales razones para elegir este proyecto fue que se identificó la problemática muy elevada que se tenía en la cabina 1 de soldadura entre junio y julio del presente año, ya que para inicios de Julio se recopiló la información con supervisores y para saber cuál era la situación inicial y se tenía un promedio de 7 piezas defectuosas por turno, lo que ocasionaba un costo por desperdicio por piezas desechadas de \$7840 pesos diariamente, a su vez esto representaba al mes costo un total de \$125440 pesos. El objetivo inicial era de reducir el porcentaje de generación de desperdicio un 30% lo que significaba reducirlo de 7 a 5 piezas desechadas, es decir un ahorro al mes de \$35840 pesos, pero aspirando a reducirlo al máximo posible. Después de transcurridos los 5 meses del proyecto se pudo reducir no solo el 30% sino que se logró reducirlo un 86%, pasando de generar \$125440 a solo \$17790 pesos, con un ahorro \$110880 pesos al mes, lo que significa que se cumplió de una manera sobresaliente el objetivo.

Para reducir de manera importante la generación de scrap en la cabina hubo una combinación importante de todas herramientas propias del *TPM* como lo son la limpieza inicial, las 5's mediante las *check list*, el mantenimiento autónomo para identificar condiciones anormales, corregir fallas menores y sobre todo para realizar inspecciones involucrando también las demás herramientas del *TPM* como las tarjetas para registrar las fallas pendientes y darles seguimiento, lección puntual para fomentar la capacitación de los operadores y formatos de sugerencias para implementar mejoras y finalmente el mantenimiento preventivo para realizar actividades para reducir los paros por mantenimiento correctivo y también los paros menores constantes y finalmente se redujeron los defectos.

Observando los beneficios obtenidos con esta implementación se ve que, si se lleva a cabo un proyecto de este tipo, con el personal necesario y si logra el trabajo en equipo de todos los departamentos involucrados se pueden lograr en poco tiempo grandes mejoras a nivel humano y económico.

Con respecto al segundo objetivo.

Se pretendía reducir el número de fallas en las cabinas de soldaduras ya que en el mes de julio aproximadamente el 50% de los paros totales en la línea de manifold 2 se presentaron en las cabinas, las causas eran muy variadas por lo cual fue necesario trabajar en las alternativas que pudieran ayudar a optimizar las condiciones de las máquinas, así como su funcionamiento correcto para aumentar la disponibilidad.

Básicamente para reducir el número de paros en las cabinas de soldadura se realizaron diversas actividades, primeramente con la realización de 5's dentro de cada cabina se pudo desechar lo no necesario incluyendo la suciedad, posteriormente los operadores pudieron dar seguimiento a la revisión del *check list* de mantenimiento autónomo mediante el cual la palabra clave fue "inspeccionar" ya que al haber un operador responsable en cada equipo se multiplicaron las manos y los ojos para identificar condiciones anormales, defectos, desgastes y fallas, entonces a partir de esto tanto supervisores, ingeniería y mantenimiento pudimos coordinarnos para primeramente establecer un horario para revisar y corregir lo identificado, algunas actividades pudieron realizarse en tiempos muertos como comedor u horarios de break procurando que el funcionamiento de las maquinas no fuera interrumpido y realizar las correcciones fuera de horario de producción, otras actividades fueron realizadas en el turno de la noche ya que como en la línea solo se trabaja un turno lo que permitía que los equipos estuvieran libres durante la noche. Cabe señalar que se promovió la capacitación a operadores para la corrección de fallas menores en este caso cambio de conectores neumáticos dañados o cambio de mangueras rotas principalmente, ya que las anteriores mencionadas son muy comunes por que se dañan con la soldadura y precisamente para reducirlas se comenzó a colocar carnazas en mangueras, conectores y cables de sensores para con eso aumentar su periodo de vida y reducir esas fallas frecuentes, se tenía planeado capacitar en más actividades de mantenimiento autónomo a operadores pero una de las complicaciones más comunes que se presentaron fue que yo si estaba rolando turno, finalmente también se le dio gran importancia a el uso de tarjetas y se pretende seguir aplicando el formato de lección puntual para generar respaldos para que exista ese material de apoyo para los operadores y con esto obtener un personal mejor capacitado.

Gracias a lo mencionado para el mes de noviembre los paros totales se redujeron a 1448 minutos de paro de los 1865 minutos iniciales del mes de Julio, reduciéndose un 22.35% los paros totales y a su vez se redujo el porcentaje de paros en cabinas de 931.4 minutos en el mes de Julio a 738 minutos en el mes de noviembre lo que se traduce en un 20.76% la reducción de paros del 15% que inicialmente se había planteado como objetivo.

Con respecto al tercer objetivo.

El tercer objetivo planteado fue el de reducir los tiempos de paro en la dobladora de tubo, esto porque después de las cabinas y sobre todos los demás equipos la dobladora era el equipo con tiempos de paro más elevados.

Aunque si comparáramos los tiempos de paro de este equipo con los de las cabinas se trataban de tiempos relativamente bajos la realidad es que en la búsqueda de nuestro objetivo principal que era el de mejorar el Índice de Efectividad de los equipos, el buscar apoyarnos de todas las herramientas a nuestro alcance era de vital importancia, de igual manera también es necesario mencionar que la dobladora de tubo es un equipo que en tiempos anteriores ha generado el índice de paros más altos de toda el área, por lo cual todo esfuerzo para optimizar y aportar en su mejoramiento será de gran beneficio y nunca estará de más. Algunas de las acciones más importantes que se realizaron en el equipo fueron las de mantenimiento preventivo que consistieron en cambios de herramientas por nuevos para tratar de reducir la variación en el tubo y evitar otros problemas como ajustes o daños en producto y con ellos paros de equipo.

Desde luego también en este equipo como en todos los demás de la línea de producción fueron aplicadas las demás herramientas de *TPM* como los formatos de hojas de verificación de 5's y de mantenimiento autónomo y en esta máquina en específico aún se tienen planeadas algunas otras actividades como algunas lecciones puntuales para capacitar al operador de la máquina a realizar cambio de navaja o cambio de consumibles y de flecha de doblado para colocarlas en el tablero para consulta no solo del operador sino de todo aquel que requiera aprender el procedimiento para resolver esas problemáticas y evitar con esto que de ser requerida una actividad de estas depender del técnico de mantenimiento porque cuando el técnico está ocupado se prolongan tiempos

de paro por el hecho de que nadie más las sabe realizar, es decir se seguirán buscando alternativas para mejoramiento del área. Con respecto a los resultados obtenidos en esta máquina estos demuestran que también se cumplió con el objetivo ya que se pudo reducir el tiempo de paro de los 144 minutos en el mes de Julio a solo 65 para el mes de noviembre con lo que se concluye que se redujo el tiempo un 45%, superando el 15% inicial

Con respecto al objetivo principal.

Se sabía en un principio que elevar el Índice de productividad de los equipos en la línea de producción completa de manifold H60 no sería tarea fácil, por ello no solo se trabajó de tal manera en la que se implementaría *TPM* a precisamente a toda la línea de producción y no solo a los equipos involucrados en los objetivos específicos, gracias a todas las pequeñas acciones realizadas principalmente por los operadores se pudo lograr cumplir con el objetivo principal aumentándose el *OEE* de 70.80 que se obtuvieron al realizar los cálculos correspondientes el mes de julio a obtener 86.5% en el mes de noviembre.

Mediante el proyecto de implementación de la filosofía *TPM* en la empresa *Marelli* mexicana en el área de manifold 2 H60 se obtuvieron buenos resultados.

Todos los beneficios que se mencionaron anteriormente apuntan a que el *TPM* es un sistema rentable, ya que económicamente se han dado resultados positivos en la organización, se logró una reducción tanto de desperdicios tales como tiempos de paro, productos defectuosos, averías y con todo lo anterior se redujeron también costos lo cual permitió mejorar el índice de efectividad de equipos ayudando a que el área pueda catalogarse dentro del rango de empresas de clase mundial.

Contrastación de la hipótesis con respecto a los resultados.

La hipótesis inicial de la presente trabajo de residencias planteaba que : “Si se cambiara el programa de mantenimiento actual por otro programa de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total en el área de ensamble de manifold 2 podríamos reducir la generación de scrap de la cabina 1 de soldadura, reducir los paros menores y aumentar la rentabilidad aumentando el índice de efectividad de los equipos para lograr un área más competitiva” Esta hipótesis pudo ser comprobada, ya que los indicadores muestran la tendencia positiva comprobando así la efectividad del *TPM* en la mejora del *OEE*.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

14. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS.

1. Aplique habilidades directivas y de ingeniería en el diseño, gestión, fortalecimiento e innovación de las organizaciones para la toma de decisiones en forma efectiva, con una orientación sistémica y sustentable.
2. Aplique metodologías, 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. Fomente la aplicación y desarrollo de planes y programas de seguridad e higiene para el fortalecimiento del entorno laboral.
6. Dirigí equipos de trabajo para la mejora continua y el crecimiento integral de las organizaciones.
7. Utilice las nuevas tecnologías de información y comunicación en la organización, para optimizar los procesos y la eficaz toma de decisiones.

8. Promoví el desarrollo del capital humano, para la realización de los objetivos organizacionales, dentro de un marco ético y un contexto multicultural.
9. Aplique métodos de investigación para desarrollar e innovar modelos, sistemas, procesos y productos en las diferentes dimensiones de la organización.
10. Analice las variables económicas para facilitar la toma estratégica de decisiones en la organización.
11. Actúe como agente de cambio para facilitar la mejora continua y el desempeño de las organizaciones.
12. Aplique métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas en la gestión empresarial con una visión estratégica

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

15. FUENTES DE INFORMACION.

REFERENCIAS

- Alvarez, E. F. (2018). *Gestion de mantenimiento*. Bogota .
- Arbos, L. C. (2012). *Gestion del mantenimiento de los equipos productivos*. Diaz de Santos.
- Barroeta, M. R. (s.f.). *metodologia de las 5's*. Obtenido de www.milagrosruizbarroeta.com
- Castilla, I. t. (2008). *TPM (total productive management)*. España.
- Guzman, P. (2012). *Implementacion de TPM en planta de tubos*. Gerdau: Sider. <https://lean> . (Junio de 2019).
- Huerta, A. F. (Junio de 2010). *Lean manufacturing (manufactura esbelta)*. Obtenido de www.estrategosinc.com
- Javier, G. F. (2005). *Teoria y practica del mantenimiento industrial avanzado*. FC editorial. Javieryana. (s.f.). *Tesis 262*. Obtenido de www.repository.javieryana.com
- Kunio, F. (1991). *Programa de desarrollo de TPM*. Madrid: Tecnologia de gerencia.
- Kunio, S. (1994). *TPM para mandos intermedios*. Madrid: El marquez de cubas.
- L, S. (2019). *Lean manufacturing, paso a paso*. Marge Books.
- Laverde, H. A. (2006). *¿Realmente que es el TPM?* España. *Lean manufacturing*. (Junio de 2019). Obtenido de www.Leanmanufacturingsistemasproductivos
- Lillanueva, E. O. (2000). *La productividad en el mantenimiento industrial*. Mexico: Patria y CECSA.
- M.F., R. R. (2014). *Implementacion de los pilares del TPM (mantenimiento productivo total)*.
- Moday, J. V. (2007). *An introduction to total productive*.
- Morales, A. V. (2012). *Propuesta de un programa de mantenimiento aplicado*. Doctoral.
- Rodriguez, J. R. (2010). *Estrategia de las 5,s*. Tegucigalpa.

Rubrich Larry, W. M. (2000). *Implementing world class manufacturing*. Indiana: WCW Associates.

Salazar, B. L. (2022). *Lean manufacturing*. Mexico.

Socconini. (2019). *Lean manufacturing. paso a paso*. Marge Books.

Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing. paso a paso*. Marge Books.

Wordpress. (2018). *Por que implementar las 5's*. Obtenido de www.lahuja.wordpress

CAPÍTULO 9: ANEXOS

17. ANEXOS.



Pabellón de Arteaga, Ags, 15 de agosto del 2022

ASUNTO: Carta de Aceptación

DR. JOSÉ ERNESTO OLVERA GONZÁLEZ
DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE PABELLÓN DE ARTEAGA.

Atte. Dra. Julissa Elayne Cosme Castorena
Jefa Del Depto. Gestión Tecnológica Y Vinculación

PRESENTE:


Por este conducto, me permito informarle que C. **Eriberto Esquivel Gómez**, con número de control **A181050778**, alumno de la carrera de: **Ingeniería Industrial** fue aceptado para realizar su Residencia Profesional en la empresa **Marelli Mexicana S.A.** en el proyecto denominado "**Implementación de TPM en la línea de manífuld H60 en Marelli mexicana planta San Francisco de los Romo**", donde cubrirá un total de **640 horas**, durante el periodo **Agosto-diciembre del año 2022**.

Sin otro particular por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE


Miguel Ángel Rodríguez Andrade
Jefe de Recursos Humanos



	Formato para Carta de Presentación y Agradecimiento de Residencias Profesionales por competencias.	Código: TecNM-AC-PO-004-03
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 7.5.1	Revisión: 0
		Página: 1 de 1

Departamento: GESTION TEC. Y VINC.
No. de Oficio: 685

ASUNTO: PRESENTACIÓN DEL ESTUDIANTE
Y AGRADECIMIENTO

PABELLÓN DE ARTEAGA, AGUASCALIENTES 16 DE AGOSTO 2022

MIGUEL ANGEL RODRÍGUEZ ANDRADE
EMPRESA MARELLI MEXICANA
JEFE DE RECURSOS HUMANOS
P R E S E N T E:

El Instituto Tecnológico de pabellón de Arteaga, tiene a bien presentar a sus finas atenciones a **C. Eriberto Esquivel Gómez**, con número de control **A181060778** de la **Ingeniería Industrial Mixta**, quien desea desarrollar en ese organismo el proyecto de Residencias Profesionales, denominado **"Implementación de TPM en una línea de producción de la empresa Marelli mexicana planta San Francisco Marelli"** cubriendo un total de 500 horas, en un periodo de cuatro a seis meses.

Es importante hacer de su conocimiento que todos los estudiantes que se encuentran inscritos en esta institución cuentan con un seguro de contra accidentes personales con la empresa **THONA Seguros S.A. de C.V.**, según póliza **AP-TEC-031-03** e inscripción en el IMSS.

Así mismo, hacemos patente nuestro sincero agradecimiento por su buena disposición y colaboración para que nuestros estudiantes, aun estando en proceso de formación, desarrollen un proyecto de trabajo profesional, donde puedan aplicar el conocimiento y el trabajo en el campo de acción en el que se desenvolverán como futuros profesionistas.

Al vernos favorecidos con su participación en nuestro objetivo, sólo nos resta manifestarle la seguridad de nuestra más atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE:
Excelencia en Educación Tecnológica.
"Tierra Siempre Fértil"



JULISSA ELAYNE COSME CASTORENA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN



TecNM-AC-PO-004-03

Rev. 0

Mapa de producción de la línea de manifuld *H60*

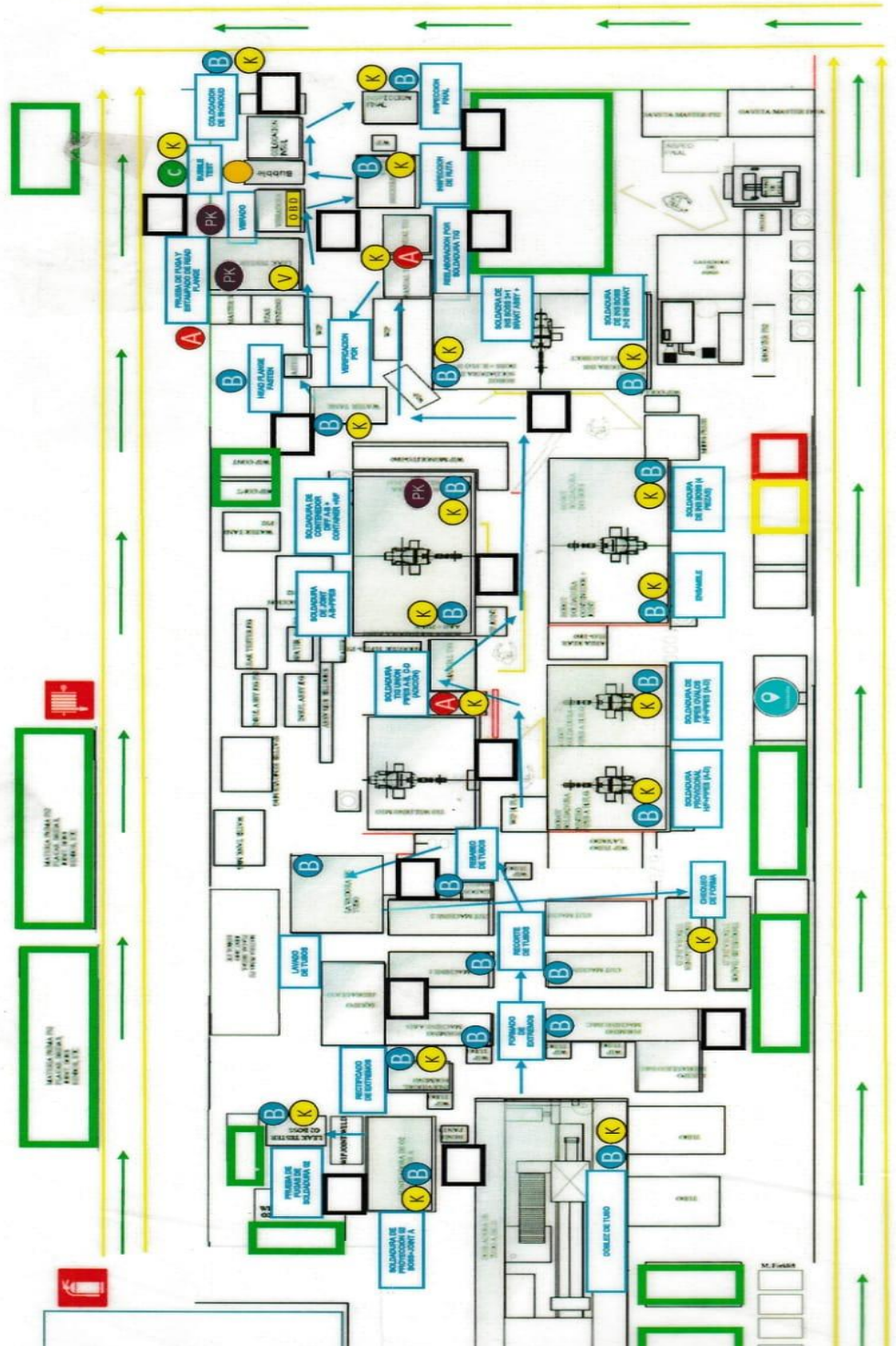
Mapa de Operaciones

DATO DE CALIDAD	
CODIGO	R001 50C-067.5.1.6
REVISION	1
FECHA DE REV.	21-04-2020

Línea: MANIFOLD H60

Fecha: 6/1/22

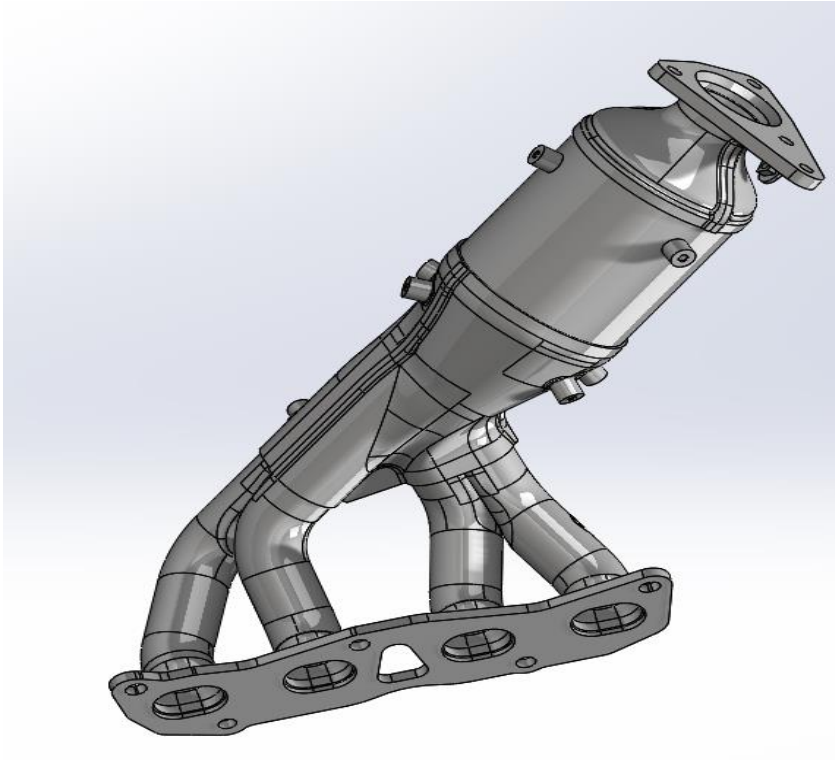
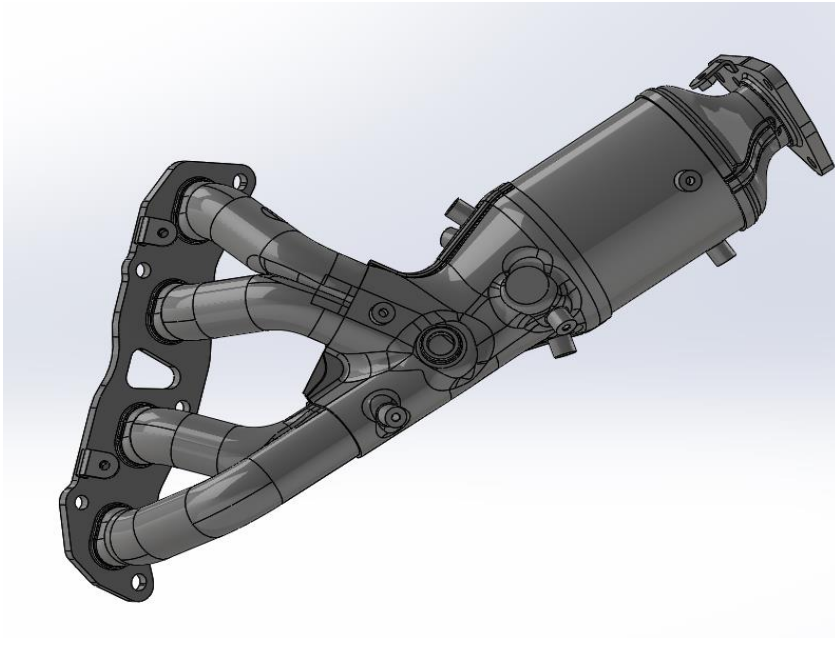
Tiempo Tacto: JPH:



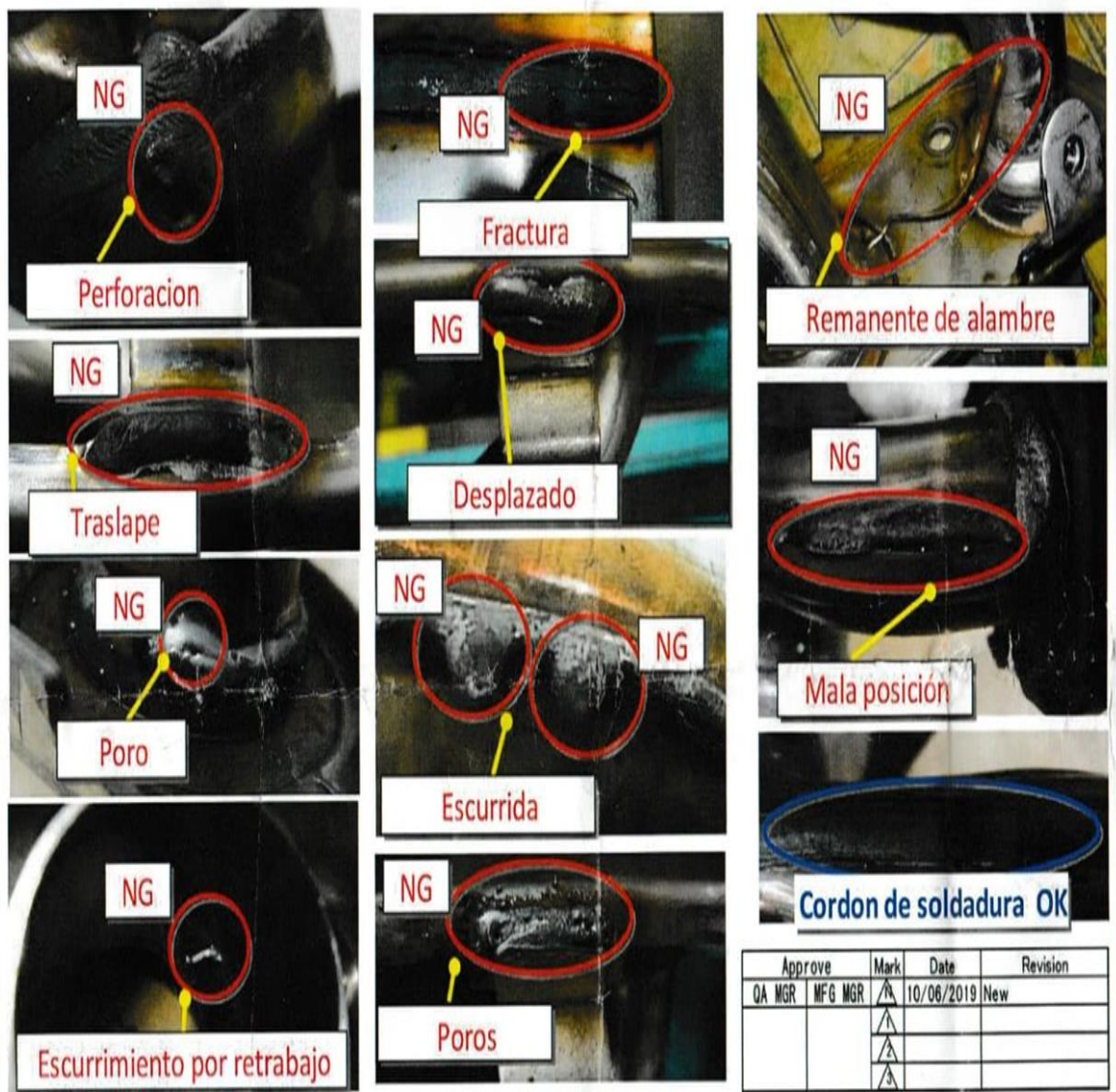
Fuente. Marelli mexicana planta San Francisco de los Romo
 Manifold H60 terminado ensamblado al sistema de escape completo



Imagen referente a dibujo técnico manifold terminado.



Fuente. Dibujos ingeniería *Marelli* San Francisco de los Romo
Imagen con los diferentes tipos defectos en la soldadura.



>Ningún producto con defecto debe ser enviado al siguiente proceso.
 >Si tienes duda, por favor contacta al supervisor.
 >Si este documento se encuentra dañado, sustituyela rápidamente (supervisor).

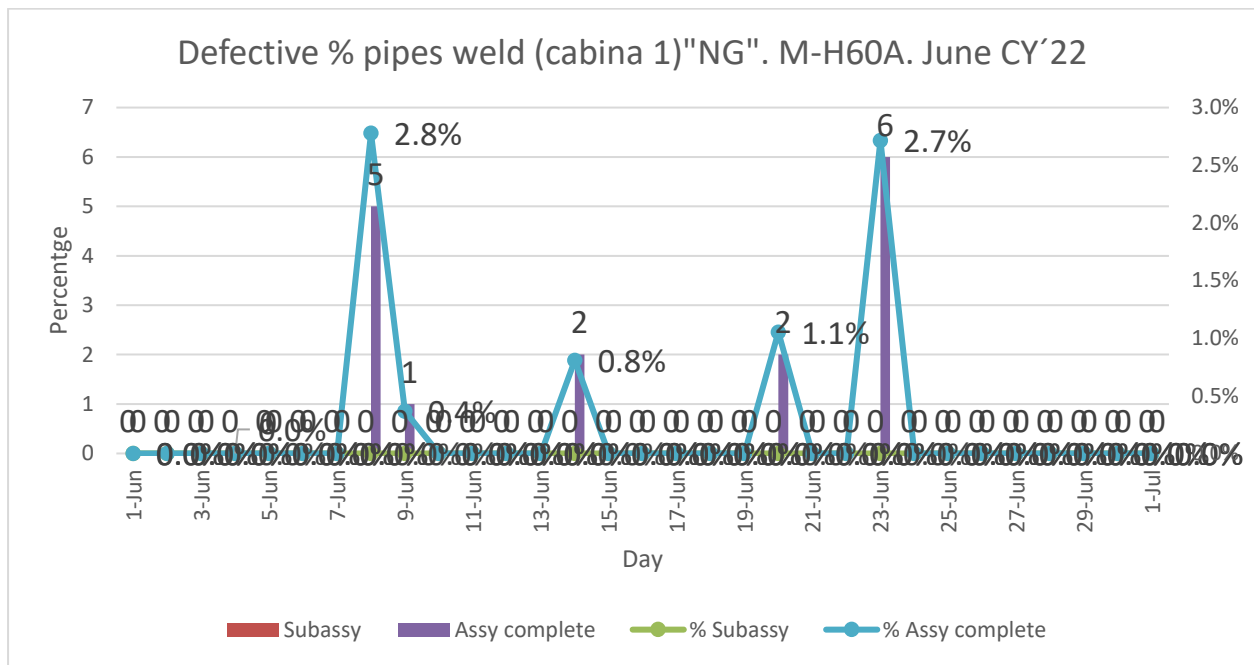
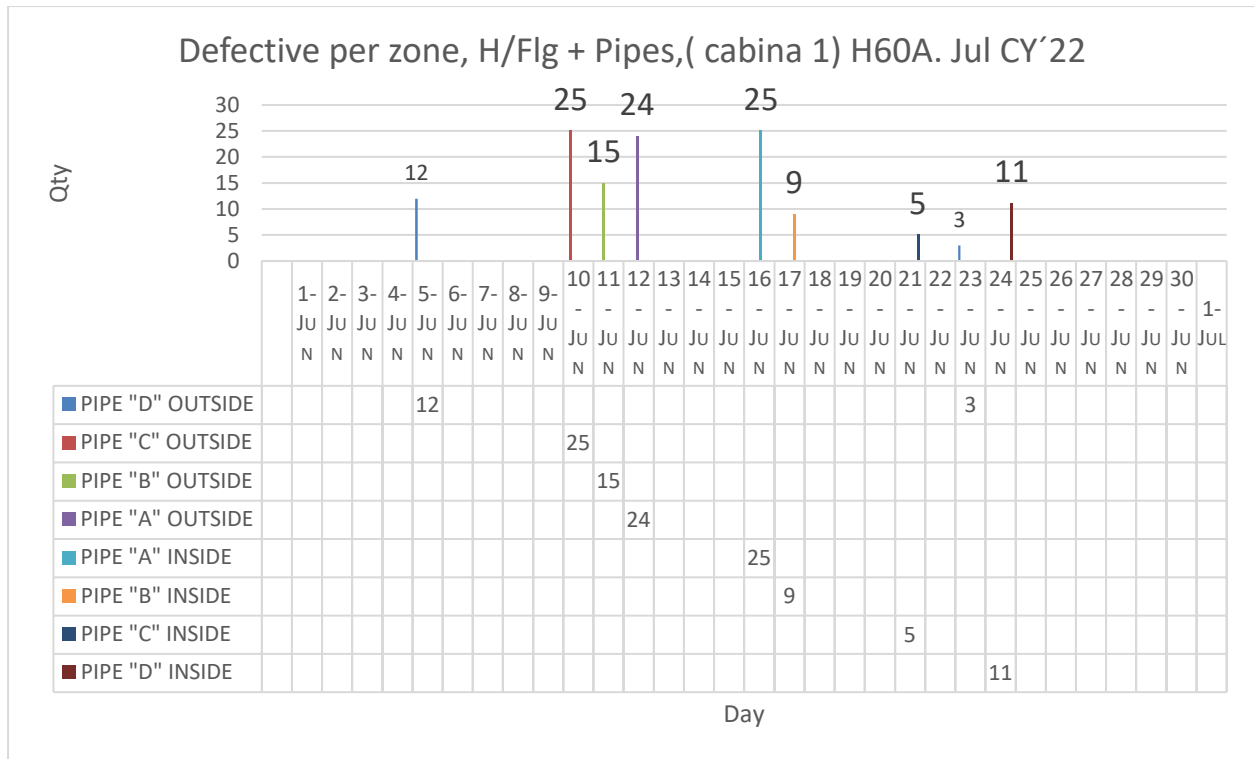
Fuente. Ingeniería *Marelli* mexicana planta San Francisco de los Romo.

Reuniones realizadas en el área de *manifuld* H60 al personal de producción.



Fuente propia.

Los defectos por fecha en cantidades y porcentaje.



Fuente. Control de producción *Marelli* mexicana GTS.

Los costos unitarios por número de parte.

COSTO UNITARIO						
NAME		PART NO.			Dollar	Pesos
tube b		273pb4kd0a			\$2.244	44.88
tube c		273pc4kd0a			\$2.408	48.16
tube a		273pa4kd0a			\$2.408	48.16
tube d		273pd4kd0a			\$2.244	44.88
h.flg		273ua4kd0a			\$4.106	82.122
joint a		273ra4kd0a			\$2.354	47.08
joint b		273rb4kd0a			\$2.354	47.08
r.flg		273ue4kd0a			\$2.300	46
diff a		273rm4kd0a			\$1.053	21.06
diff b		273rn4kd0a			\$1.053	21.06
inss boss		1L96027751			\$0.077	1.54
O2 boss		140pw00a10			\$0.439	8.78
brckt H. flg		269p14kdoa			\$0.105	2.1
brckt R. flg		e27750a5240000			\$0.105	2.1
mat		E25612A5240001			\$2.057	41.14
shell		2534kd0a			\$1.948	38.96
Tube B&D		FIF1624			\$9.477	189.54
Tube A&C		FIF1802			\$10.570	211.4
CAT		208015JHOA			\$28.17	563.4
Los costos son individuales por parte, al realizar ensambles los precios son diferentes						

Fuente. Ingeniería *Marelli* planta San Francisco de los Romo.

Tríptico informativo entregado a operadores para dar un panorama más amplio del conocimiento del Mantenimiento productivo total.





Agosto 2022

Mediante el TPM se mejora el OEE (Efectividad global de los equipos)

Mejoramiento de Equipos y Procesos:
Efectividad Global de los Equipos (OEE)

OEE = Disponibilidad x Desempeño x Calidad de la Producción

Disponibilidad	Pérdidas por paradas
Desempeño	Pérdidas de Velocidad
Calidad de la Producción	Pérdidas de Calidad



Mediante el TPM se eliminan las 6 grandes pérdidas

Pérdidas por paradas	Falla de Equipo / Avería	Montaje / Ajustes
Pérdidas de velocidad	Paradas menores / Trabajo en vacío	Velocidad reducida
Pérdidas de Calidad	Errores en el proceso	Retrabajo / Desechos
Pérdidas por Mano de Obra	Limpieza y verificación	Esperando por materiales
Pérdidas por Materiales	Esperando Instrucciones	Esperando conformación de calidad
	Materiales en producción	Pérdidas de Energía
	Pérdidas por materiales consumibles	

TPM: Definición

TPM es un enfoque de mejoramiento continuo que persigue al límite extremo la máxima eficiencia del sistema productivo, basándose en el mejoramiento del ambiente de trabajo y los activos que lo componen, previniendo cualquier tipo de pérdidas en todo el ciclo de vida del sistema, logrando la participación activa y entusiasta de todo el personal.



Total

- todos los empleados están involucrados
- apunta a eliminar accidentes, defectos y fallas

Productive

- las acciones se ejecutan con la producción en marcha
- se minimizan los problemas para producir

Maintenance

- mantener en buenas condiciones
- reparar, limpiar, lubricar

Beneficios:

- Incrementa la Efectividad Global de los Equipos (OEE)
- Mejora los sistemas de mantenimiento existentes.
- El operador es el mejor vigilante de la condición de sus equipos.
- Adiestra mantenedores y operadores para actualizar conocimientos y destrezas.
- Involucra a todos los empleados e impulsa equipos de trabajo multi-funcional.

Características:

Características del TPM

- Profundiza el mantenimiento productivo
- Se apoya en el mantenimiento autónomo por parte de los operarios
- Su objetivo es cero pérdidas (defectos)

Departamentos que se involucran:



Mejoramiento de Equipos y Procesos

- **Objetivo:** Maximizar eficiencia eliminando desperdicios y pérdidas de producción.
- Las grandes pérdidas de producción se clasifican en:
 - Pérdidas por equipos.
 - Pérdidas por mano de obra.
 - Pérdidas por materiales.

Tríptico informativo entregado a operadores para dar un panorama más amplio del conocimiento de las 5's





IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Programa de implementación

Actividad
1. Capacitación en la implementación de 5'S.
2. Aplicación de la 5'S en las áreas de trabajo.
3. Supervisión de la aplicación.

SEIKETSU (Estandarizar)

En esta etapa se debe mantener la clasificación, organización y limpieza lograda en los espacios de trabajo, para que llegue a convertirse en un **hábito**.

¿Cómo estandarizar?

- Establecer métodos, normas, reglas para ordenar, organizar y limpiar.
- Elaborar un programa de trabajo.
- Fomentar la creación de hábitos.
- Evaluar metas.

SHITSUKE (Autodisciplina)

Se logra cuando los integrantes de un área de trabajo aprenden la cultura del orden y la limpieza que establecen las cuatro S's anteriores y las siguen por convicción.

Algunas herramientas para fomentar la autodisciplina son:

- Apoyos visuales.
- Promoción continua.
- Recorridos a las áreas por parte de directivos.
- Auditorías 5'S.

¿Qué son las 5'S?

Técnica de origen japonés, que enfatiza la creación de hábitos de orden y limpieza en las áreas de trabajo.

Toma su nombre de cinco palabras japonesas que constituyen el mantenimiento de las instalaciones de una organización; todas las palabras principian con la letra "S".

1. SEIRI
2. SEITON
3. SEISO
4. SEIKETSU
5. SHITSUKE



Beneficios de aplicar las 5'S

- Mejora nuestra imagen.
- Ayuda a reducir el desperdicio.
- Incrementa nuestra eficiencia.
- Contribuye a desarrollar buenos hábitos.
- Mejor ambiente de trabajo.
- Menor estrés y adicción a la urgencia.
- Mayor seguridad y menos riesgos de accidentes laborales.
- Menores costos de operación.
- Mayor calidad en los servicios.

SEIRI (Clasificar)

La primera "S" consiste en separar las cosas útiles de las innecesarias, las suficientes de las excesivas y dejar en nuestro sitio de trabajo sólo lo indispensable para realizar eficientemente nuestras labores.

```

    graph TD
      A[Objetos necesarios] --> B[Organizarlos]
      C[Objetos dañados] --> D{¿Son útiles?}
      D -- Sí --> B
      D -- No --> E[Repararlos]
      F[Objetos obsoletos] --> G[Separarlos]
      G --> H[Descartarlos]
      I[Objetos de más] --> J{¿Son útiles para alguien más?}
      J -- Sí --> K[Donar / transferir / Vender]
      J -- No --> H
  
```

SEITON (Organizar)

Una vez seleccionados los elementos necesarios se deben ordenar de acuerdo a un método establecido, dándoles una ubicación específica que facilite su localización, disposición y regreso al mismo lugar después de ser usados.




Colocar en área de archivo muerto. ES POSIBLE QUE SE USE. A CADA MOMENTO. Colocar junto a la persona. Colocar en bodega o archivo. ALGUNAS VECES AL AÑO. Archivo, papeles, mobiliario, equipo, material, herramientas, etc. YARIAS VECES AL DIA. Colocar cerca de la persona. Colocar en áreas comunes. ALGUNAS VECES AL MES. VARIAS VECES POR SEMANA. Colocar cercano al área de trabajo.

SEISO (Limpiar)

Consiste en eliminar polvo, residuos y basura del lugar de trabajo.


En ésta "S" se debe aplicar la siguiente premisa:

"Más importante que limpiar algo, es evitar que se ensucie".



La secuencia para aplicar SEISO es la siguiente:

1. Dividir en áreas el trabajo de limpieza.
2. Distribuir por grupos de personas, la limpieza de objetos y lugares.
3. Asignar responsables por áreas.
4. Establecer criterio limpio - sucio.
5. Establecer criterios para la limpieza cuyas especificaciones estén a la vista.
6. Establecer una frecuencia de limpieza y tiempo estándar.



Tríptico informativo entregado a operadores para dar un panorama más amplio del conocimiento del Mantenimiento autónomo.





Agosto 2022



Que es el mantenimiento autónomo:

El mantenimiento autónomo significa que cada trabajador inspecciona y monitorea su equipo de forma independiente. Se hacen responsables de tareas simples como la medición de la presión y el voltaje, la regulación de los sensores, la lubricación y la limpieza.

Las actividades incluyen

- Inspección,
- reparaciones simples,
- detectar problemas en una etapa temprana,
- verificar precisión,
- Lubricación,
- Limpieza,
- Estudiar posibles mejoras
- Etc.

Principal beneficio del mantenimiento autónomo:

los trabajadores empiezan a detectar problemas y cambios antes de que causen un fallo. Esto permite intervenciones más oportunas, lo que causa interrupciones mínimas en el funcionamiento normal de la empresa.



Otros beneficios:

- menos costes con la mano de obra
- menos paradas y riesgo de accidentes
- más disponibilidad
- más seguridad
- más participación e implicación de todos los empleados.

1.-El personal tendrá que aprender a:

Detectar anomalías en el funcionamiento de los equipos.

Corregir y restaurar dichas anomalías.

2.-Los problemas que los trabajadores tendrán que identificar y resolver en esta etapa son:

Goteos (ya sea de agua, aceite u otros líquidos).

Tomillos perdidos o en mal estado.

Falta de lubricación.

Roturas.

Presencia de contaminantes en el entorno (aceite, polvo o suciedad).

Mal estado de los sistemas eléctricos.

3.- Como parte del Mantenimiento Autónomo, no solo deben revisarse y lubricarse los equipos, también deberá limpiarse el entorno de trabajo para que los empleados laboren en las mejores condiciones productivas.

