



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO:

“IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO Y
ESTANDARIZACIÓN DIGITAL MEDIANTE EASYMAINT EN LAS ÁREAS
PRODUCTIVAS DE LA PLANTA II.”

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES

PRESENTA:

JOSÉ ANTONIO HERNÁNDEZ SORTIBRAND

NOMBRE DEL ASESOR:

RAÚL CORTÉS MALDONADO

APIZACO, TLAX., MARZO 2026



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

Nombre del Alumno:

José Antonio Hernández Sortibrand.

Nombre del Asesor Interno:

Dr. Raúl Cortés Maldonado.

Nombre del Asesor Externo:

Ing. Eduardo Ruíz Palacios.

Carrera:

Ingeniería en Sistemas Automotrices.

Memoria de Residencia Profesional

Implementación del mantenimiento autónomo y estandarización digital mediante EasyMaint
en las áreas productivas de la Planta II.

Lugar y fecha de entrega:

Apizaco, Tlaxcala, México a 17 de diciembre del 2025.

Vo. Bu
Calif. 100
Raúl Cortés M.



Instituto Tecnológico de Apizaco
Departamento Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Tzompantepec, Tlaxcala, **11/febrero/2026**
Departamento: Ingeniería Eléctrica y Electrónica
No. De oficio: I.E.E. /071/2026

Asunto: Liberación de Proyecto
para la Titulación Integral

LIC. CECILIA YARELLY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del egresado:	JOSÉ ANTONIO HERNÁNDEZ SORTIBRAND
Carrera:	INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
No. De Control:	21371127
Nombre del proyecto:	IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO Y ESTANDARIZACIÓN DIGITAL MEDIANTE EASYMAINT EN LAS ÁREAS PRODUCTIVAS DE LA PLANTA II.
Producto	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

DR. RAÚL CORTES MALDONADO
Nombre y Firma del Asesor

MELL/gsh*
C.p. Archivo

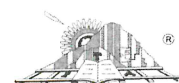
M.I.E. MARIO EDUARDO LEAL LÓPEZ
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA
ELECTRICA Y ELECTRONICA



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA
Y ELECTRÓNICA



2026
año de
Margarita
Maza





Tzompantepec, Tlaxcala, **17/Marzo/2026**

JOSÉ ANTONIO HERNÁNDEZ SORTIBRAND
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
CON NÚMERO DE CONTROL 21371127.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO Y ESTANDARIZACIÓN DIGITAL MEDIANTE EASYMAINT EN LAS ÁREAS PRODUCTIVAS DE LA PLANTA II"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

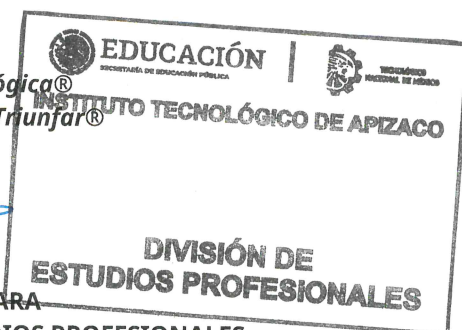
Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®


CECILIA YARELY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



ccp. Archivo
CYAL/Gvm*



2026
año de
Margarita
Maza



Agradecimientos

Es un honor comenzar el presente reporte agradeciendo a mi gran familia por todo el esfuerzo y empeño que han realizado a lo largo de su vida para darme la oportunidad de estar en este preciso instante, mostrando mi proyecto de residencia profesional. Este documento va dedicado especialmente para ellos: mamá, papá y hermano. Gracias por su apoyo incondicional, por las palabras necesarias en los momentos más complejos y por creer en mi, incluso cuando yo no lo hacía. En todo mi camino de formación educativa y profesional, cada paso que he dado es reflejo del amor, la paciencia y los valores que han cimentado en mi desde que tengo memoria.

Del mismo modo, agradezco al instituto en general por brindarme la guía necesaria para mi formación académica. Le doy gracias a cada uno de los docentes que compartieron sus conocimientos y experiencias, exigieron compromiso y motivaron en su servidor el desarrollo del pensamiento crítico. Reconozco el respaldo de las autoridades escolares y del personal administrativo, quienes también facilitaron el cumplimiento de cada etapa del proceso formativo en nivel superior.

Finalmente, extiendo mi gratitud a mis amigos y compañeros, quienes fueron parte esencial en esta etapa de mi vida. Sus consejos, rivalidad y apoyo hicieron más interesante y amena la trayectoria de “la universidad”. A todos ellos, gracias por haber sido parte de esta experiencia que hoy culmina en un proyecto que representa esfuerzo, dedicación, mucho aprendizaje y crecimiento.

Resumen

El presente reporte de proyecto de residencia profesional aborda la implementación del mantenimiento autónomo y la estandarización digital del mantenimiento mediante la herramienta EasyMaint en las áreas productivas de la Planta II, con el propósito de mejorar la eficiencia operativa a través de la participación de los operadores en pequeñas actividades de mantenimiento y el fortalecimiento en la gestión de los programas de mantenimiento preventivo. El desarrollo del proyecto respondió a la necesidad de reducir los paros no programados, optimizar la gestión de la información y alinear las actividades del departamento de mantenimiento con los principios de la industria 4.0. La metodología aplicada se basó principalmente en actividades prácticas, tomando como referencia algunos pasos establecidos para la implementación del mantenimiento autónomo y complementándolos con acciones orientadas a la estandarización digital del mantenimiento de los equipos. Entre las principales actividades realizadas se encuentran la elaboración y aplicación de formatos de mantenimiento autónomo, la capacitación del personal operativo, la reorganización del almacén de refacciones y la implementación del software EasyMaint para el registro y control de órdenes de mantenimiento correctivo y preventivo. Los resultados obtenidos muestran que los formatos de mantenimiento autónomo permitieron a los operadores involucrarse en tareas básicas de limpieza y lubricación, contribuyendo a prologar la vida útil de los equipos y a la disminución los paros no programados. La eficiencia global de los equipos en las líneas alcanzó un 85% en el mes de octubre, resultado influenciado por el mantenimiento autónomo y demás mejoras en el rubro correctivo y preventivo. Adherir EasyMaint en las líneas, a nivel prueba, ha demostrado un mayor control de las fallas, disminución en la impresión de papel y la digitalización como eje central en la participación del departamento de mantenimiento.

Palabras clave: mantenimiento autónomo, eficiencia operativa, EasyMaint.

Índice

Capítulo I: Generalidades del proyecto	1
1.1 Introducción	1
1.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante	4
1.3 Problemas a resolver	7
1.3.1 Reducción de costos elevados por paros no programados y necesidad de aumento en la eficiencia global de los equipos (OEE)	7
1.3.2 Actualización y seguimiento a equipos y actividades de mantenimiento, contaminación con papel de un solo uso y pérdida o dispersión de información.	11
1.4 Objetivos	14
1.4.1 Objetivo General	14
1.4.2 Objetivos Específicos	14
1.5 Justificación	15
1.3.1 Justificación Teórica	15
1.3.2 Justificación Social	15
1.3.3 Justificación Económica	15
1.3.4 Justificación Ambiental	16
1.6 Revisión del estado del arte y de la técnica	17
Capítulo II: Marco Teórico	24
2.1 Mantenimiento Industrial	24

2.1.1 Mantenimiento Predictivo.....	24
2.1.2 Mantenimiento Correctivo	26
2.1.3 Mantenimiento Preventivo.....	28
2.2 Mantenimiento Autónomo.....	31
2.2.1 Principio y objetivos del mantenimiento autónomo	31
2.2.2 Etapas de implementación del mantenimiento autónomo	32
2.2.3 Impacto del mantenimiento autónomo en la eficiencia operativa.....	35
2.3 Estandarización digital con el uso de software.....	36
2.3.1 Conceptos y fundamentos de la estandarización digital	36
2.3.2 Aplicaciones del software en la gestión del mantenimiento	38
2.3.3 Beneficios de la estandarización digital en la productividad industrial.....	44
Capítulo III: Desarrollo	46
3.1 Implementación del mantenimiento autónomo en Planta II.....	46
3.2 Orden y control de almacén tras compra de refacciones de refurbishment.....	48
3.3 Estandarización digital del mantenimiento con EasyMaint	50
Capítulo IV: Resultados	52
4.1 Evaluación técnica del estatus de actividades de mantenimiento.....	53
4.2 Diseño de formatos de mantenimiento autónomo con ayudas visuales	55
4.3 Documentación para estandarizar formatos de mantenimiento autónomo.....	58
4.4 Capacitación impartida a operadores de todas las áreas productivas	60

4.5 Inicio de mantenimiento autónomo y seguimiento mediante auditorías	63
4.6 Levantamiento y compra de piezas para refurbishment de líneas	66
4.7 Orden de almacén tras compra de piezas para refurbishment	69
4.8 Registro de equipos y planes de mantenimiento en EasyMaint	70
4.9 Pruebas de programas de mantenimiento preventivo con EasyMaint	75
4.10 Implementación de mantenimiento correctivo con EasyMaint App Mobile	76
4.11 Documentación y entrega de memoria técnica de residencia profesional	78
Capítulo V: Conclusiones	80
Capítulo VI: Competencias desarrolladas y/o aplicadas	84
Fuentes de información	86
Anexos	93

GRAMMER

Índice de Figuras

Figura 1. Parte frontal externa de Grammer Automotive Puebla S.A. de C.V. Planta II.	4
Figura 2. Gráfica de tiempo muerto mensual en la Planta II.	8
Figura 3. Gráfica de MTTR mensual en la Planta II.	9
Figura 4. Gráfica de MTBF mensual en la Planta II.	10
Figura 5. Formato de actualización de equipos para planes de mantenimiento preventivo.	12
Figura 6. Formato llenado para órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo.	13
Figura 7. Comparación del MTTR antes y después de la implementación de Mtto. Autónomo. .	17
Figura 8. Resultados de MTTR y MTBF antes y después de mejoras de Mtto. Autónomo.	18
Figura 9. Tendencia de aumento en la disponibilidad de los equipos.	19
Figura 10. Resultados de disminución de volumen y costo de desperdicios en compañías de calzado de Jaú/SP.	19
Figura 11. Configuración general del sistema de mantenimiento remoto para máquinas de trabajo.	20
Figura 12. Configuración general del sistema Industrial equipment installation.	21
Figura 13. Dimensiones de la sustentabilidad: distribución cuantitativa de los artículos estudiados.	22
Figura 14. Diagrama de bloques del modelo de mantenimiento digital moderno sostenible.	23
Figura 15. Métodos analíticos en Mantenimiento Predictivo.	25
Figura 16. Niveles de prioridad según la urgencia y el impacto de un trabajo correctivo.	27
Figura 17. Flujo de orden de trabajo planificada.	30
Figura 18. Mantenimiento autónomo: Llave de inicio trascendente y característica del TPM.	32

Figura 19. Beneficios clave de la estandarización de procesos en el contexto de la digitalización.	37
Figura 20. Razones por variantes en la estandarización de procesos.	38
Figura 21. Computerized Maintenance Management System.	41
Figura 22. Características generales del software EasyMaint.	43
Figura 23. Esquema y captura visual de los módulos principales de interfaz del software EasyMaint.	44
Figura 24. Pruebas de actividades para mantenimiento autónomo.	47
Figura 25. Primeros formatos de mantenimiento autónomo llenados.	48
Figura 26. Antes y después de orden y limpieza en almacén de refacciones.	49
Figura 27. Pruebas de órdenes de mantenimiento correctivo y preventivo en EasyMaint.	51
Figura 28. Cronograma de actividades de proyecto de residencia profesional.	52
Figura 29. Muestra del área de costura en Planta II.	53
Figura 30. Prueba de Implementación de Mantenimiento Autónomo como punto abierto para siguiente visita de auditoría IATF16949.	54
Figura 31. Pruebas de anotaciones del autor para la creación de formatos de Mantenimiento Autónomo.	54
Figura 32. Título de actividades en formato de Mantenimiento Autónomo (checklist por día).	56
Figura 33. Descripción de actividades e identificación de elementos del equipo en formato de MA.	57
Figura 34. Recopilación de imágenes de formatos de MA editados según marca y modelo de máquina.	58

Figura 35. Resumen de información añadida en documentación de procedimientos de mantenimiento de IATF 16949.....	59
Figura 36. Folio de formato de Mantenimiento Autónomo.	59
Figura 37. Diagrama de Gantt para capacitación de formato de Mantenimiento Autónomo en costura.	60
Figura 38. Evidencia de capacitación del formato de Mantenimiento Autónomo.	62
Figura 39. Evidencia de nombre y firma de enterados de las y los operadores de costura del formato de MA.....	63
Figura 40. Evidencia de registro físico de formatos de MA desde el mes de agosto.....	64
Figura 41. Formato de auditoría de Mantenimiento Autónomo.....	65
Figura 42. Calendario de auditoría de formato de Mantenimiento Autónomo.	66
Figura 43. Diagrama de Gantt de levantamiento de refacciones y aumento de RPM's por línea de costura.	67
Figura 44. Listado de refacciones críticas, producto del levantamiento planeado en el diagrama de Gantt.	67
Figura 45. Estudio comparativo de precios entre proveedores de las refacciones de refurbishment para la máquina PFAFF 1296 (pespunte).	68
Figura 46. Evidencia de cotizaciones subidas en el sistema para proyecto de refurbishment.	68
Figura 47. Estado de almacén de refacciones antes de limpieza, nueva identificación, acomodo de nuevas piezas e inventario.....	69
Figura 48. Etiquetado de estantes de refacciones.....	70
Figura 49. Listado de equipos actuales de la Planta II.	71
Figura 50. Consulta en el catálogo de “Equipos” y QR de un equipo en el nuevo software.	72

Figura 51. Procedimiento de una cortadora CNC y detalles de la pestaña de “Tareas”.....	73
Figura 52. Programa y plan de mantenimiento preventivo de una máquina de costura.	74
Figura 53. Recopilación de paso para seguimiento de órdenes preventivas en nuevo software...75	
Figura 54. Recopilación de evidencias de procedimiento de solicitud y atención a orden correctiva.	77
Figura 55. Cambios sugeridos en primera revisión de residencia.....	78
Figura 56. Cambios sugeridos en la segunda revisión de documento de residencias.	79



Índice de Tablas

Tabla 1. Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo.	26
Tabla 2. Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.	28
Tabla 3. Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.	29
Tabla 4. Los siete pasos del Mantenimiento Autónomo.	34



Capítulo I: Generalidades del proyecto

1.1 Introducción

En la era de la industria 4.0, la transformación de la industria manufacturera está redefiniendo los fundamentos de logística, producción, mantenimiento, calidad y la gestión de activos. Este proceso de revolución industrial se caracteriza por la interconexión de sistemas ciber-físicos, el aprovechamiento del Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de datos en tiempo real, de esta manera se están logrando niveles de eficiencia anteriormente impensables y una revisión profunda en la gestión de vida de equipos productivos.

Según un estudio de Gregolinska et al., publicado por los medios de McKinsey & Company (2022), es habitual observar reducciones del 30 al 50% en tiempos cuando las organizaciones deciden implementar tecnologías de transformación digital.

En este mismo rubro, algunos estudios estiman que el costo de paros no programados en empresas manufactureras puede ascender hasta un 11% de la facturación anual, lo que representa cerca de 1.5 billones de dólares globales (Sánchez, 2004). Por ello, el mantenimiento industrial, desde un enfoque de costos, se ha transformado en un factor competitivo clave en un entorno globalizado y digitalizado.

A nivel mundial, la ola de la industria 4.0 obliga a las organizaciones a replantear su tecnología y el mantenimiento de sus equipos, desplazando estrategias convencionales como las reactivas. Un estudio indica que la digitalización del mantenimiento, a través de plataformas software, permite recopilar datos, generar alertas automáticas y evaluar tendencias, mejorando la productividad un 20-30%. Por otro lado, el mantenimiento autónomo se presenta como un pilar esencial para la prolongación y adaptabilidad de equipos industriales (Infraspeak Team, 2025).

En la Planta II de la empresa objeto de este estudio, que opera en un entorno manufacturero automotriz continuo, se han identificado varias problemáticas críticas que motivan a la investigación y el desarrollo de soluciones en el departamento de mantenimiento. En primer lugar, la gestión de mantenimiento se realiza mayoritariamente en papel, es decir, las órdenes de trabajos correctivos y preventivos aún son imprimibles, generando dispersión de datos y un vago monitoreo del estado real de los equipos. En segundo lugar, la responsabilidad principal de mantenimiento de los equipos recae en el personal técnico especializado, mientras que los operarios no tienen participación en actividades de poco rigor que ayuden a la prolongación de la vida útil de los equipos. Estas condiciones han generado tiempos de improductividad significativos, costos elevados en acciones correctivas y una capacidad limitada para actuar con anticipación.

Este estudio tiene por objetivo implementar el mantenimiento autónomo y la estandarización digital mediante un software en las áreas productivas de la planta II, con el fin de empoderar a los operarios en la conservación básica de sus equipos mediante rutinas de inspección, limpieza y lubricación. Por otro lado, se busca centralizar la programación de planes de mantenimiento, controlar órdenes correctivas y el refaccionamiento de los equipos.

La justificación reside en la necesidad de aumentar la eficiencia global de los equipos (OEE = Overall Equipment Effectiveness), que según Nakajima (1988) es una medida que indica qué tan eficazmente se utiliza un equipo comparando su desempeño real con su desempeño ideal; disminuir costos en acciones correctivas o paros de emergencia y alinear el departamento de mantenimiento a los principios de la industria 4.0.

El alcance del proyecto se limita a las líneas productivas principales de la Planta II, abarcando la implementación de mantenimiento autónomo y la estandarización digital de planes de mantenimiento para los equipos disponibles con un nuevo software.

Para abordar este reporte de proyecto de residencia profesional se estructura la información de la siguiente manera: en el capítulo I se presenta de forma clara y concreta la problemática que se pretende solucionar, respondiendo a cuestiones sobre el qué, para qué, dónde y por qué. En el capítulo II, se plasman los fundamentos teóricos pertenecientes a los tópicos más relevantes de este estudio: el mantenimiento autónomo y la digitalización del mantenimiento preventivo, aquí se abordan los subtemas principales que ayudan a comprender al presente lector los conceptos y teorías en que respaldan el presente trabajo. En el capítulo III, se desarrollan brevemente cada una de las actividades planeadas en el cronograma justificando su realización. En el capítulo IV, se muestran los resultados del proyecto de residencia profesional, así como su interpretación. En el capítulo V, se describen las conclusiones de este proyecto, seguido de recomendaciones y la redacción de la experiencia profesional requerida. En el capítulo 6, se detallan las competencias desarrolladas y/o aplicadas en este período de residencia profesional. Finalmente, en los capítulos 7 y 8 se añaden las fuentes de información consultadas para el sustento teórico, así como los anexos correspondientes al presente trabajo.

1.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante

Grammer Automotive Puebla S.A. de C.V. es una filial del grupo alemán Grammer AG, líder mundial en la fabricación de componentes para interiores de vehículos y sistemas de asientos para maquinaria industrial, camiones y automóviles (GRAMMER AG, 2025). Específicamente, Planta II es una empresa ubicada en el municipio de Tetla de la Solidaridad del estado de Tlaxcala, con el domicilio Boulevard Emilio Sánchez Piedras, número 407, en la colonia José María Morelos y Pavón, 90434. Una representación visual de la parte frontal externa de la planta se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Parte frontal externa de Grammer Automotive Puebla S.A. de C.V. Planta II.

Obtenido de Google Maps: “Grammer Planta 2” (2025).

Planta II se dedica a la manufactura del sector industrial automotriz que produce y provee de autopartes a ensambladoras como BMW, Audi, Volkswagen, Volvo, Tesla y Ford. En su amplio catálogo de productos se encuentran cabeceras, descansabrazos y bocinas.

Se trata de una empresa de gama mundial con presencia en una gran cantidad de países de todos los continentes. Cada uno de sus productos es manufacturado desde que llegan como materia

prima textiles, metales o químicos. Es por ello que, al menos en la Planta II, la distribución de las áreas es la siguiente: corte, costura, ensamble y estampado.

La empresa cuenta con una estructura organizacional amplia dividida en una gran cantidad de departamentos, entre los más comunes con otras industrias están: logística, ingeniería, producción, calidad, mantenimiento y recursos humanos. Actualmente, me encuentro desarrollando mi proceso de residencia profesional en el área de Mantenimiento Planta II.

El área de mantenimiento es esencial en cualquier industria de manufactura, los equipos requieren de actividades de inspección, ajuste, limpieza, lubricación y reparación para alargar su vida útil. Particularmente en la Planta II, este ente se encarga de administrar y proveer tareas de mantenimiento programado, preventivo y correctivo a cortadoras CNC, máquinas de costura, prensas, troqueles y dispositivos de ensamble. Además, una de sus obligaciones más trascendentales es el control del almacén de refacciones.

Ser residente en Mantenimiento Planta II requiere de habilidades para la solución de problemas, específicamente en las fallas de los equipos o en su prevención, estos utilizan sistemas electrónicos, mecánicos, hidráulicos y neumáticos, por ello se vuelve una necesidad la interpretación de diagramas de los sistemas ya mencionados. A su vez, se exige el conocimiento y manejo en software CAD, ya que en ocasiones resulta más barata la fabricación de refacciones en la misma empresa que la cotización con fabricantes o proveedores. En el mismo nivel de importancia se encuentra el manejo de un 90% de la Suite de Office para la generación de formatos y reportes, especialmente de indicadores que involucran las fallas, el tiempo muerto y su impacto en las horas efectivas de producción. Algo que casi no se comenta, pero se vuelve indispensable, es el uso de habilidades sociales, especialmente para la comunicación con otros departamentos,

solicitud de refacciones con proveedores o fabricantes, y la exposición de resultados con personal de mayor nivel organizacional, precisamente con el uso de otro idioma.

Actualmente, el departamento de Mantenimiento Planta II se encuentra en un proceso de mejora en las técnicas para la predicción y prevención de fallas en los equipos. Por este motivo me encuentro en el área diseñando formatos con tareas de mantenimiento autónomo y estandarizando con un nuevo software la gestión y actualización de planes de mantenimiento preventivo para los equipos de la nave.



1.3 Problemas a resolver

En esta sección se exponen los principales problemas que se han identificado en la empresa en el área de mantenimiento y que se buscan resolver con el presente proyecto.

1.3.1 Reducción de costos elevados por paros no programados y necesidad de aumento en la eficiencia global de los equipos (OEE)

Existen indicadores en el departamento de mantenimiento que permiten parametrizar el estatus de las fallas en los equipos. El MTTR (Mean Time To Repair) es el promedio de tiempo que se tardan en resolver las distintas fallas en los equipos. En cambio, el MTBF (Mean Time Between Failures) es el promedio de tiempo entre las averías de los distintos equipos (AQUITAS SOLUTIONS, 2019).

A partir de la conceptualización del anterior párrafo, en el mes de julio del año en curso de presentó el mayor pico de tiempo muerto, incluso se rebasaron los indicadores de MTTR y MTBF de manera drástica, esto quiere decir que existió un gran número de horas de tiempo muerto, así como de fallas solucionadas con mantenimiento correctivo. En la gráfica de la Figura 2, se observa el análisis mensual de tiempo muerto de la Planta II hasta el mes de noviembre, mostrando el pico en incidencias correctivas en el mes de julio, el eje Y corresponde al número de horas, el eje X representa los meses y la línea roja muestra la tendencia, misma que se calcula a partir de la relación entre dos variables, en este caso el comportamiento del tiempo muerto a través del tiempo, mostrando una tendencia incremental en los meses transcurridos en el año en curso. Además, se expone una pequeña tabla en la parte de abajo que compara las horas de tiempo muerto del año 2024, el año 2025 y el target que indica la meta perseguida: 0 horas de tiempo muerto.

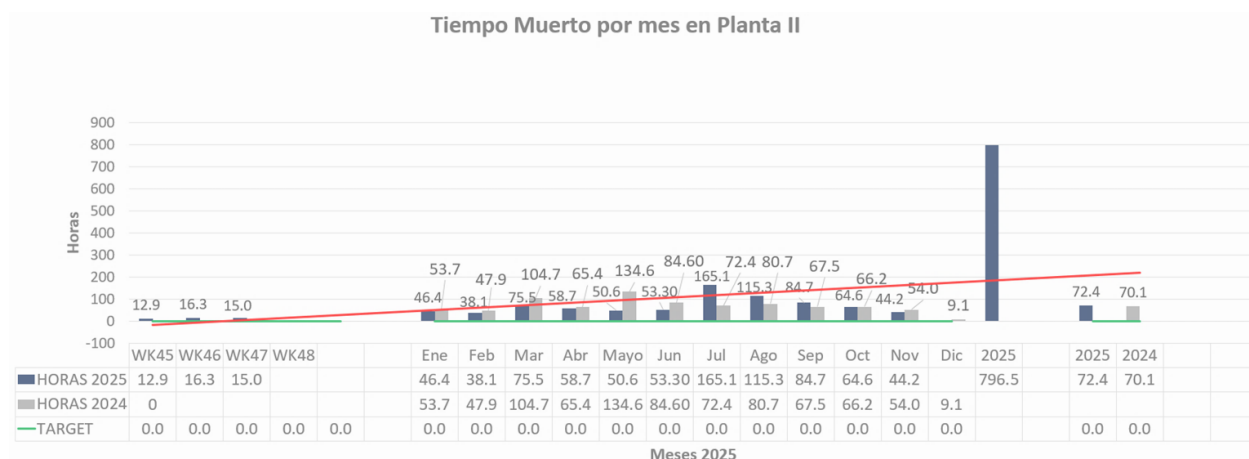


Figura 2. Gráfica de tiempo muerto mensual en la Planta II.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

En cuanto al MTTR, el promedio de reparación de las fallas globales rebasó el límite de 1 hora permitido en julio (se hace énfasis en ese mes, ya que fue el último antes de la implementación del presente proyecto). Esto quiere decir que, a pesar de haber existido muchas horas de tiempo muerto, las fallas presentadas se solucionaron en aproximadamente 1.03 horas. Lo anterior se infiere a partir de la Figura 3, gráfico mensual del MTTR, aquí se observa el límite de tiempo promedio en reparación de fallas a nivel interno con una línea roja, es de 60 minutos. El eje Y corresponde a las horas, el eje X a los meses transcurridos en el año 2025 y las barras muestran la cantidad de tiempo promedio de reparación de todas las fallas en los equipos de Planta II por mes. Este indicador es dependiente de la cantidad de tiempo en reparación de cada una de las máquinas, ya que hay algunas fallas que tardan en ser resolverse y otras que no.

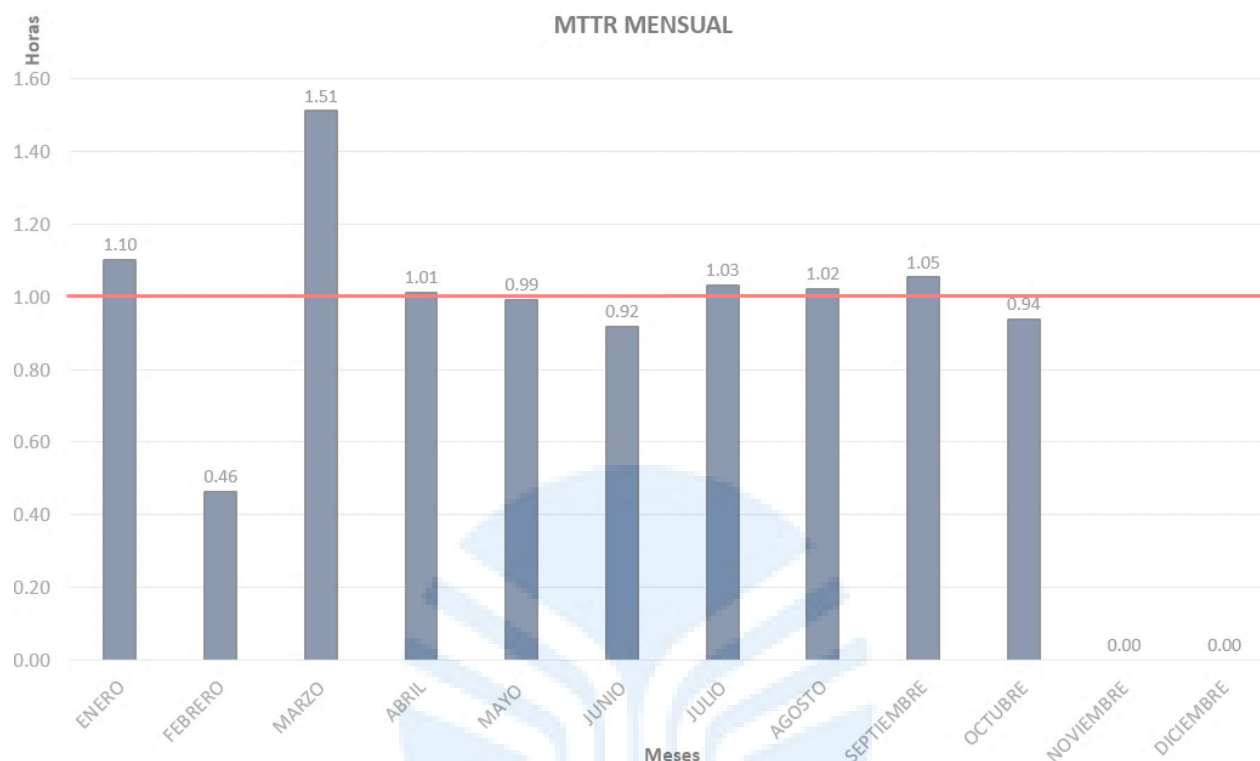


Figura 3. Gráfica de MTTR mensual en la Planta II.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Por su parte, el MTBF estuvo muy por debajo del límite permitido de 50 horas efectivas de producción entre fallas en el mes de julio, presentando así un valor de 33.3 horas efectivas de producción entre fallas. Dicha inferencia se hace con los datos presentados en la Figura 4, gráfico mensual del MTBF, aquí se observa el límite de tiempo promedio entre presencia de fallas a nivel interno con una línea roja, es de 50 horas efectivas de producción. El eje Y corresponde a las horas, el eje X a los meses transcurridos en el año 2025 y las barras muestran la cantidad de tiempo promedio transcurrido entre las fallas de los equipos de Planta II por mes. Este indicador es dependiente de la cantidad de fallas presentes en las diferentes máquinas, es decir, varía según la “repetibilidad”.

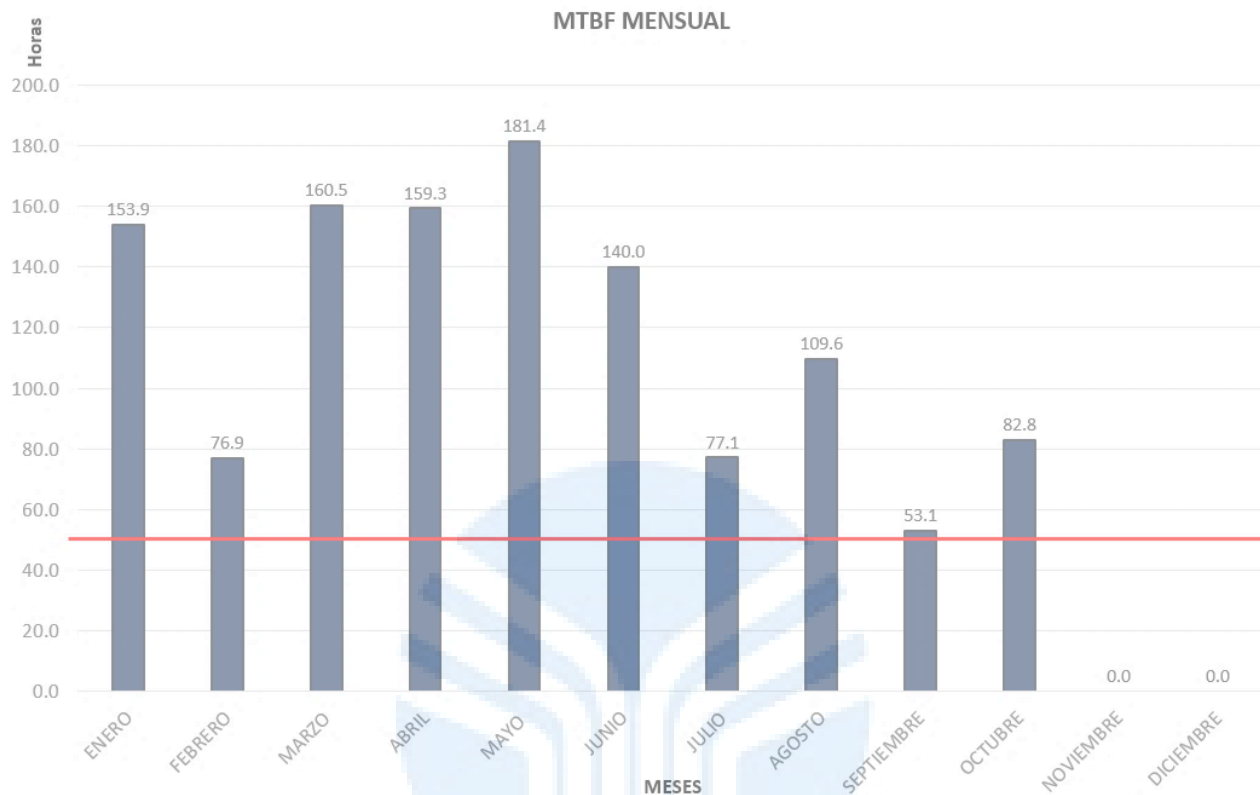


Figura 4. Gráfica de MTBF mensual en la Planta II.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Se sospecha que una de las principales razones del incremento repentino en el tiempo muerto es el aumento de revoluciones en los equipos para la aceleración del ritmo de producción.

Los registros de refaccionamiento mostraron que fue el mes con mayor gasto en refacciones correctivas. Se excedió el presupuesto para mantenimiento correctivo en aproximadamente un 70% ya que no existían suficientes refacciones críticas en el almacén para el abasto de todas las máquinas.

Al existir paros repetitivos y grandes horas de tiempo muerto se produce un impacto directo en la OEE, específicamente en el rubro de disponibilidad, ya que el tiempo de operación real respecto al planificado se ve afectado en gran medida. Tan solo en ese mes, la OEE se encontró

entre el 58 y el 60%, cuando el indicador permisivo y acordado a nivel empresa es del 85% en adelante.

La implementación del mantenimiento autónomo empodera e involucra a los operadores de los equipos en pequeñas tareas de mantenimiento, basadas en la inspección, limpieza y lubricación de componentes esenciales en sus equipos. Al existir un entorno adecuado para la operación de los equipos se asegura la disminución de paros no programados por fallas, en un rango de al menos un 10-20%. De esta manera, se disminuyen las posibilidades de acciones correctivas con cambios de refacciones con fallo prematuro, así como los costos que estas contraen. Con las dos premisas anteriores, es casi un hecho que la eficiencia global de los equipos se verá beneficiada en al menos un 5-10%.

1.3.2 Actualización y seguimiento a equipos y actividades de mantenimiento, contaminación con papel de un solo uso y pérdida o dispersión de información.

Una problemática seria es la falta de actualización de equipos en el software obsoleto y el calendario de programas de mantenimiento, debido a que hay equipos que ya no se encuentran en línea o que forman parte de proyectos que ya se han terminado y no tienen una secuencia, prueba de ello se observa en la Figura 5, formato que se analizó para detectar los equipos fuera de línea, estos son los mostrados con un color rojo. Al no contar con dicha actualización, en el software obsoleto aún se imprimían los mantenimientos preventivos de equipos sin algún valor agregado en la planta.

				PLAN DE MANTENIMIENTO									
				AGOSTO					SEPTIEMBRE				
				SEM 32	SEM 33	SEM 34	SEM 35	SEM 36	SEM 37	SEM 38	SEM 39		
No.	Máquina	Descripción	Tipo de Equipo	ESTADO	PROCESADO	ESTADO	PROCESADO	ESTADO	PROCESADO	ESTADO	PROCESADO	ESTADO	PROCESADO
114	GAP-HXW-04		HORNO CALEFACTOR	○									
115	GAP-WS AR-DPS895		EQUIPO DE COSTURA	○									
116	GAP-WS AR-DPS901		EQUIPO DE COSTURA	○									
117	GAP-WL74 HR-PFAF107		EQUIPO DE COSTURA	○									
118	GAP-WL74 HR-PFAF010		EQUIPO DE COSTURA	○									
119	GAP-WL74 HR-DR998		EQUIPO DE COSTURA	○									
120	GAP-CX430-DR010		EQUIPO DE COSTURA	○									
121	GAP-CA-PR152S-TA6-03		EQUIPO DE COSTURA	○									
122	GAP-CA-LU2210-N-6-01		EQUIPO DE COSTURA	○									
123	GAP-CA-PR152S-F05		EQUIPO DE COSTURA	○									

Figura 5. Formato de actualización de equipos para planes de mantenimiento preventivo.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Otro aspecto importante es la impresión de papel, por ejemplo, en la semana 32 se imprimieron aproximadamente 102 páginas solo en los programas de mantenimiento preventivo. Realizando un promedio de hojas por semana se tiene que al año son 5300 hojas aproximadamente, poco más de 10 paquetes enteros de 500 hojas. Con el uso del nuevo software se busca el uso de herramientas digitales como celulares inteligentes para las órdenes de mantenimiento preventivo.

El proceso para reportar una orden correctiva es el siguiente: un operador va a producción y pide un formato de orden de trabajo correctivo, lo llena. Luego va al taller y busca al técnico responsable del área (considerando que se encuentre en el taller), le reporta la falla con la orden, el técnico la arregla y finalmente termina de llenar el formato. Una copia se la queda el técnico y la otra el operador, esto para que producción y mantenimiento reporten la misma cantidad de paros y tiempo muerto. En todo este transcurso existen ocasiones de pérdida de órdenes, y tanto en producción como en mantenimiento sucede. Afectando así la estadística real de los tiempos muertos y fallos. Es por eso que, con el nuevo software estas órdenes correctivas también se llevarán a cabo por medio digitales (una computadora para operadores que solicite el

mantenimiento y un celular de la empresa para el técnico que la atienda). En la figura 7 se muestra el formato utilizado para la generación de órdenes de trabajo correctivas de mantenimiento.

The image shows two identical filled-out maintenance work order forms from Grammer Automotive Puebla, S.A. de C.V. The forms are for corrective maintenance on a machine. The top form is dated 14.8.25 and the bottom form is dated 14.8.25. Both forms specify the work as 'Cambio de cuchilla x tornillo' (Change of blade for screw) and 'Cambiar tornillo de guía - filo a cuchilla' (Change guide screw - blade to blade). The forms include fields for date, machine/equipment, department, work requested, work performed, type of work (corrective, preventive, new installation), and a section for materials and observations. The bottom form also includes a section for the work order number and a signature.

Figura 6. Formato llenado para órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Un último aspecto es la actualización y cumplimiento de trabajos preventivos de mantenimiento. Si bien se realizan actividades de mantenimiento preventivo en las máquinas, aún falta de mayor coordinación con logística y producción para la programación y liberación de equipos para su mantenimiento.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Implementar el mantenimiento autónomo y estandarizar digitalmente los programas preventivos mediante EasyMaint en las áreas productivas de la Planta II, mejorando la eficiencia operativa.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Definir los requerimientos funcionales y técnicos del sistema de mantenimiento autónomo y digitalización preventiva para establecer las bases de diseño e integración en EasyMaint.
- Diseñar detalladamente las especificaciones del sistema, considerando procesos operativos, roles de mantenimiento y criterios técnicos, alineados con las necesidades productivas de Planta II.
- Desarrollar y actualizar la información necesaria en EasyMaint para validar el diseño de los programas preventivos y las prácticas de mantenimiento autónomo en condiciones simuladas.
- Ejecutar la implementación progresiva del sistema de mantenimiento autónomo y digital en las áreas productivas, capacitando al personal y asegurando la correcta adopción de EasyMaint.
- Realizar pruebas de integración del sistema en entorno real para evaluar la eficacia, trazabilidad y alineación del mantenimiento autónomo y preventivo con los objetivos operativos establecidos.

1.5 Justificación

Este proyecto se lleva a cabo en un entorno industrial real y combina la implementación del mantenimiento autónomo con la estandarización digital de mantenimiento mediante el uso de un nuevo software. Su realización ofrece un valioso vínculo entre la formación académica y las necesidades del sector productivo, permitiendo aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos en el aula. Para el instituto, representa una oportunidad de incrementar el trabajo colaborativo con la industria local, generando aprendizaje basado en casos reales y promoviendo la innovación tecnológica entre los estudiantes. Asimismo, contribuye a mejorar la competitividad institucional demostrando el impacto de su modelo educativo en el ámbito laboral.

1.3.1 Justificación Teórica

La implementación del proyecto se fundamenta en los conceptos de mantenimiento autónomo y mantenimiento 4.0, que exige la estandarización digital para optimizar el control preventivo. Estos enfoques contribuyen significativamente a mejorar la eficiencia, trazabilidad y confiabilidad, aspectos clave para la competitividad y sostenibilidad de las áreas productivas en la Planta II.

1.3.2 Justificación Social

El proyecto mejora la productividad y confiabilidad industrial, genera empleos más especializados y promueve prácticas sostenibles, contribuyendo al desarrollo económico y bienestar social en la comunidad de Tetla, Tlaxcala.

1.3.3 Justificación Económica

La implementación del mantenimiento autónomo y EasyMaint reducirá costos operativos y de impresión, optimizará recursos y tiempos de mantenimiento, aumentando la productividad y

rentabilidad, garantizando así la viabilidad financiera del proyecto en Planta II y contribuyendo al desarrollo económico de la localidad.

1.3.4 Justificación Ambiental

La digitalización y mantenimiento autónomo reducirán el uso de papel y desperdicios, optimizarán el consumo energético y prolongarán la vida útil de equipos, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y disminución del impacto ecológico local.



1.6 Revisión del estado del arte y de la técnica

La presente revisión del estado de la técnica analiza los fundamentos, metodologías y tecnologías relacionadas con el mantenimiento autónomo y la estandarización digital de programas preventivos, destacando el uso de plataformas en entornos industriales. Además, se examinan casos previos y prácticas relevantes que respaldan la implementación del proyecto en las áreas productivas de la Planta II.

Mantenimiento Autónomo

Existe un amplio panorama en la bibliografía acerca de estudios enfocados a la implementación del mantenimiento autónomo en la industria. Ejemplo de ello es el estudio realizado por Vargas (2016), quién implementó el mantenimiento autónomo en Finart S.A.S., aplicando TPM (Total Productive Maintenance) que según Wireman (2004) es una estrategia de gestión que integra el mantenimiento con la producción, en este caso para anticipar fallos en máquinas vibradoras y centrífugas. Redujo costos correctivos, que representaban entre el 15 y 40% de los costos de fabricación, al estandarizar operaciones e incluir tareas de limpieza y lubricación de los equipos por parte de los operadores. Prueba de su trabajo se encuentra en la Figura 7, donde se observa una reducción significativa en el MTTR al implementar el mantenimiento autónomo.

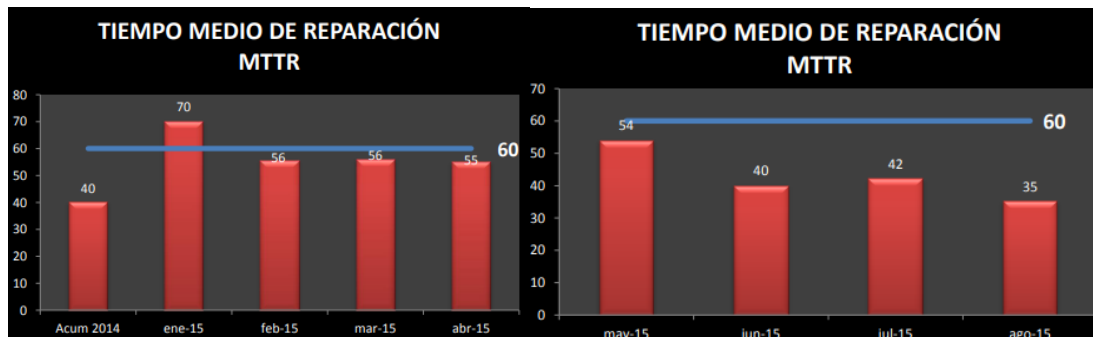


Figura 7. Comparación del MTTR antes y después de la implementación de Mto. Autónomo.

Obtenido de Vargas (2016).

En este mismo criterio de investigación, Guariente et. al. (2017) introdujeron técnicas y formatos de mantenimiento autónomo en equipos y componentes de manufactura de una empresa perteneciente a la industria automotriz. Su trabajo se basó en la gestión y creación de formatos guías para la gestión e identificación de anomalías de los equipos tanto para técnicos como para operadores. Resultados de su investigación se observan en la Figura 8, con una mejoría trascendente en MTTR y MTBF.

Resultados en indicadores de MTTR y MTBF antes y después de mejoras de Mantenimiento Autónomo.

	Before Improvements		After Improvements	
	January	February	March	April
Year 2017				
MTBF (h)	267,25	227,65	278,34	300,05
MTTR (h)	0,71	0,75	0,68	0,63

Figura 8. Resultados de MTTR y MTBF antes y después de mejoras de Mtto. Autónomo.

Obtenido de Guariente, Antonioli, Pinto, Pereira & Silva (2017).

Por su parte, Gallego y Arboleda (2019) introdujeron técnicas de mantenimiento autónomo en las herramientas neumáticas de la línea de ensamblaje en AUTEKO MOBILITY SAS, alcanzando así una mejora sustancial en la disponibilidad y mantenibilidad de estas herramientas en un 50%, traducándose en mayor eficiencia operativa y calidad de producción. Evidencia de su trabajo se justifica con la Figura 9, donde hay una tendencia de incremento en la disponibilidad de los equipos al disminuir la cantidad de paros y tiempo de tareas correctivas a partir del mantenimiento autónomo.

Año 2019	Tiempo productivo [min/turno]	# paradas correctivos	Tiempo promedio intervención [min]	Tiempo paradas [min/turno]	Tiempo disponible [min]	Disponibilidad [%]
ENERO	560	6	115	34.5	525.5	94%
FEBRERO	560	12	115	69	491	88%
MARZO	560	12	115	69	491	88%
ABRIL	560	10	115	57.5	502.5	90%
MAYO	560	14	115	80.5	479.5	86%
JUNIO	560	21	115	120.75	439.25	78%
JULIO	560	4	115	23	537	96%
AGOSTO	560	2	115	11.5	548.5	98%
SEPTIEMBRE	560	4	115	23	537	96%
OCTUBRE	560	1	115	5.75	554.25	99%

Figura 9. Tendencia de aumento en la disponibilidad de los equipos.

Obtenido de Gallego y Arboleda (2019).

Los anteriores casos se enfocaron en reducir costos y mejorar la calidad, sin embargo, implementar el mantenimiento autónomo en las áreas operativas de una empresa puede disminuir la cantidad de desperdicio. Bajo esta premisa, se realizó un estudio en un conglomerado de compañías de calzado de Jaú/SP. Se redujeron los residuos en el área de corte aproximadamente 11.6% traducidos en un 3.5% de los costos generales de fabricación (Bonifácio & Martins, 2021). Algunos datos destacables de su investigación se presentan en la Figura 10, aquí comparan el resultado de los últimos cinco meses con el bimestre de junio-julio del año 2018 referente al desperdicio en cuestión económica y de volumen, esto a partir de la adopción de prácticas de mantenimiento autónomo.

2018				Waste			
Month	Days	Total of Pairs	Average Pairs/Day	Kilos	Average Kilos/Dia	Kg/Pair	R\$/Pair
Jan - Jul	142	672.051	4.633	35.838	249	0,053	R\$ 0,022
Aug- Dec	82	555.057	6.780	26.511	324	0,048	R\$ 0,021
						-11,6%	-3,5%

Figura 10. Resultados de disminución de volumen y costo de desperdicios en compañías de calzado de Jaú/SP.

Obtenido de Bonifácio & Martins (2021).

Estandarización Digital

Por otro lado, la estandarización digital en el área de mantenimiento es un tópico que ha sido estudiado hace varios años. Por ejemplo, Koichi et. al (2002), en su trabajo de patente establecieron un modelo de gestión de mantenimiento industrial mediante dispositivos móviles, centralizando la información técnica y automatizando solicitudes de piezas. Se trata de una patente precursora de los sistemas modernos de mantenimiento, ya que propone un ecosistema conectado para mantenimiento remoto, combinando sensores en las máquinas, servidores de datos e interfaces móviles para técnicos. La figura 11 muestra la configuración general del sistema de mantenimiento de la presente patente. Con fines ilustrativos, en este ejemplo se expone una excavadora hidráulica (11) representa la máquina de trabajo conectada, junto con un servidor de gestión de mantenimiento (12), un servidor de información del modelo (13) y un teléfono móvil (14). Todos están interconectados a través de Internet (15) para el intercambio de datos. Cada excavadora incorpora un dispositivo de control (16), que funciona como un monitor de mantenimiento, encargado de vigilar el estado operativo, de servicio y de fallas de la excavadora, enviando la información automáticamente al sistema remoto.

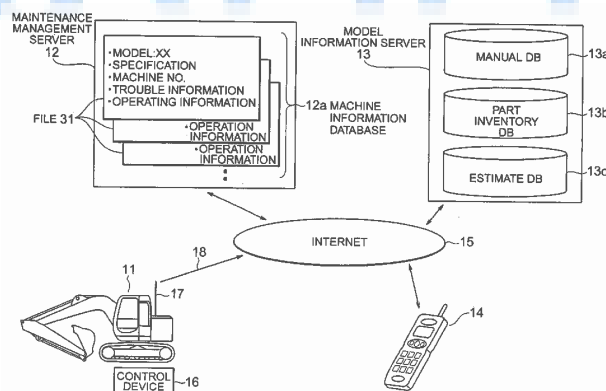


Figura 11. Configuración general del sistema de mantenimiento remoto para máquinas de trabajo.

Obtenido de Koichi, Hiroshi, Genroku & Hiroyuki (2002).

En esta misma línea de investigación, Acharya et. al (2018) proponen un software que identifica, rastrea y actualiza información de los equipos de una planta industrial mediante códigos QR. La invención propone vincular el modelo de datos de los equipos, mejorando la precisión y confiabilidad del sistema de mantenimiento y supervisión. La figura 12 muestra la funcionalidad de la patente, es decir, un sistema industrial (100) con motores (110) (entre ellos una turbina (102) y una bomba (106)), cada uno con sensores (112), controladores (114) y transceptores (116) que envían datos a una pasarela inalámbrica (gateway 130). La información llega a un servidor (o lo que comúnmente se concibe como nube (124)), donde se analizan, detectan fallos y se visualizan las condiciones operativas de los equipos. Es destacable que cada equipo posee un código único e identificación para su seguimiento individual. Esta lógica se integra a el modelo de estandarización digital que se pretender lograr con este proyecto, mejorando la eficiencia general en términos de mantenimiento de la planta.

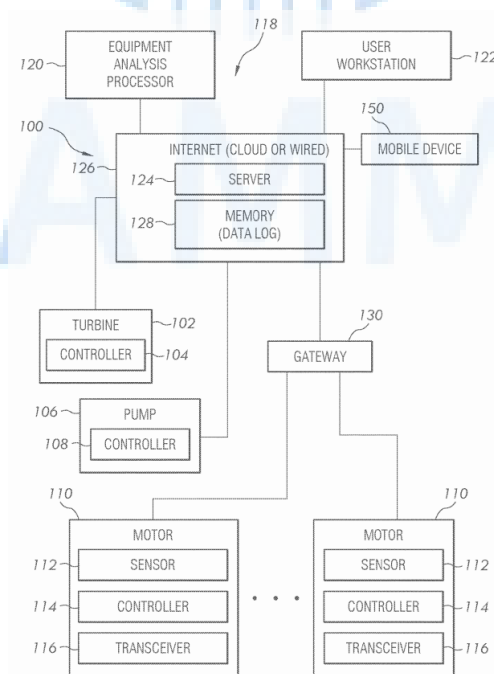


Figura 12. Configuración general del sistema Industrial equipment installation.

Obtenido de Acharya, Kloepper, Harding & Goldschmidt (2018).

El Mantenimiento 4.0 se propone como parte integral de la transformación digital y del desarrollo sostenible. Karki y Porras (2021) se dedicaron a revisar el estado del arte y de la técnica para explorar la interrelación entre tres ámbitos: los servicios de mantenimiento, los impactos de sostenibilidad de esos servicios, y la digitalización como posible solución ante esos impactos. Realizaron una revisión sistemática de la literatura de artículos de alta calidad entre 2009 y 2020, encontrando que los servicios de mantenimiento impactan en las tres dimensiones de la sostenibilidad (ambiental, social y económica), por ejemplo, un mantenimiento deficiente puede generar mayores costos, mayores desperdicios, fallas e impacto ambiental. Sin embargo, los autores también señalan que no se ha comprobado plenamente en la literatura cómo y cuánto la digitalización contribuye a la sostenibilidad en mantenimiento de servicios, debido a vacíos de conocimiento, es decir, falta de estudios empíricos que midan efectos, métricas estandarizadas, etc. La figura 13 expone que cuando los investigadores analizan sostenibilidad en mantenimiento (sin contemplar alternativas digitales), se centran en la economía, luego en el medio ambiente, y después en otras dimensiones menos estudiadas. Identificando así vacíos de investigación.

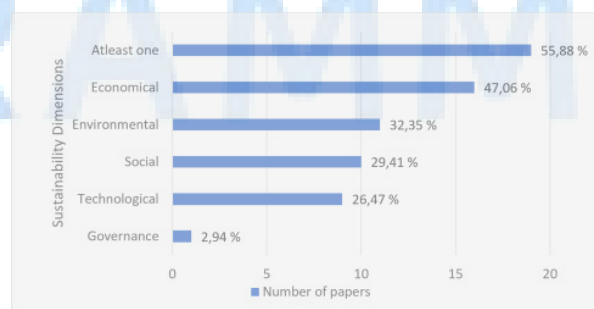


Figura 13. Dimensiones de la sustentabilidad: distribución cuantitativa de los artículos estudiados.

Obtenido de Karki y Porras (2021).

Sin embargo, Montoya et al. (2022) abordan en su artículo cómo los servicios de mantenimiento se están transformando con la digitalización. Proponen un modelo de bloques

funcional para mantenimiento digital que sirve de macro para entender qué funcionalidades debe tener un servicio de mantenimiento digital sostenible (monitorizar, diagnosticar/solucionar, predecir/optimizar). Utilizan un estudio de caso práctico de la empresa Metso Outotec y su oferta de “Connected Services” para aprobar y validar este modelo. En un período de 12 días se detectaron 448 catches en 11 proyectos de clientes con 55 equipos conectados. El 94% de esos problemas se resolvieron de forma remota reduciendo viajes al sitio físico (beneficio medioambiental), 167000 toneladas evitadas de pérdida traducidos en aproximadamente 0.5 millones de USD (beneficio económico) y menos exposición de personal (beneficio social). En la figura 14, se muestra el diagrama de bloques del mantenimiento digital moderno sostenible propuesto por los autores, mismo que: monitorea los activos continuamente, diagnostica y soluciona problemas de manera rápida y predice el rendimiento futuro.

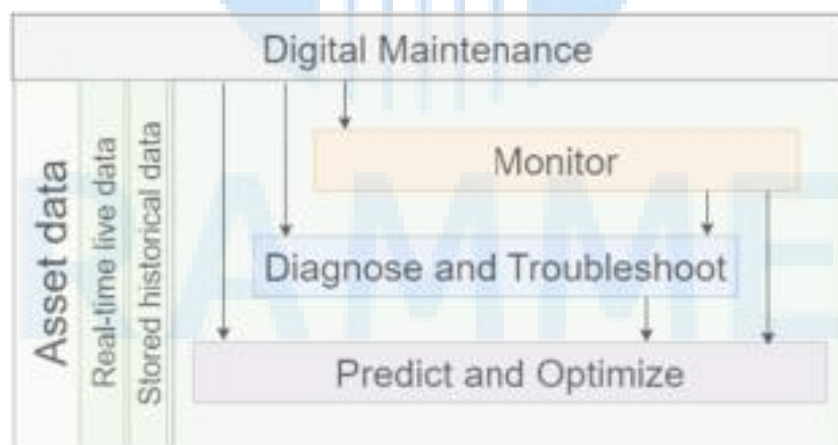


Figura 14. Diagrama de bloques del modelo de mantenimiento digital moderno sostenible.

Obtenido de Montoya, Xiang, Basnet, Karki & Porras (2022).

Capítulo II: Marco Teórico

El marco teórico de este proyecto se enfoca en los principios y fundamentos del mantenimiento autónomo, evidentemente a partir de la concepción del Mantenimiento Productivo Total (TPM) y las teorías, conceptos y métodos relacionados a la digitalización en la gestión del mantenimiento industrial.

2.1 Mantenimiento Industrial

El mantenimiento industrial puede definirse como el conjunto de recursos físicos, recursos humanos, tecnología e información, que acoplados buscan mejorar la eficiencia del sistema de producción disminuyendo los paros, aumentando la confiabilidad del equipo y garantizando la seguridad y un nivel de costos rentable (Montilla, 2019).

En esta sección se describirán los tipos de mantenimiento industrial más usuales y relevantes adecuados a los fines del presente proyecto.

2.1.1 Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo se basa en estudiar los síntomas de falla y predecir la ocurrencia de la falla de una máquina/equipo, midiendo y analizando los cambios en las variables de operación de esta (Mora, 2009).

Existen métodos analíticos en mantenimiento predictivo:

1. Análisis de incidencias: Ayuda a conocer las causas de cada fallo para prevenir fallos o incidencias similares intentando mitigar las causas que lo producen.
2. Análisis de anomalías presentes y predicción de fallo: Monitorización en tiempo real para predicción a corto plazo, detectando así las actuales anomalías.

- Planificación de mantenimiento por predicción de fallo o avería: Uso de históricos de datos para predecir a largo plazo fallos o averías (Villazán, Babé, & Medianero, 2019).

En la figura 15 se observan los métodos analíticos en mantenimiento predictivo, estratificados por el período de tiempo analizado, el impacto en el negocio y el caso de uso.

	PERIODO DE TIEMPO ANALIZADO	IMPACTO EN EL NEGOCIO	METODOLOGÍA	CASO DE USO
PASADO	ANÁLISIS DE FALLOS HISTÓRICOS	Prevenir incidencias similares o fallos para asegurar una recuperación rápida	ANÁLISIS DE INCIDENCIAS • Comprensión de las causas de fallo Data Mining, statistical analysis	• Uso de informes de incidencias / cuadro de mando para evitar fallos / averías posteriores.
PRESENTE	PREDICCIÓN DE EVENTOS PRESENTES O FUTUROS	Evitar incidencias y fallos similares; Asegurar una recuperación rápida.	PREDICCIÓN DE FALLO • Reconocimiento de síntomas o probabilidad de fallo/ incidencia Análisis de anomalías	• Predicción de fallo o avería del equipamiento en el corto plazo • Reducir el tiempo de recuperación
FUTURO	PREDICCIÓN DE FUTUROS EVENTOS O ANOMALÍAS.	Prevenir incidencias y fallos futuros para prevenir los costes de mantenimiento	PLANIFICACIÓN MANTENIMIENTO • Predicción de fallo o avería con antelación Survival Analysis	• Predicción de fallo o avería de maquinaria en el largo plazo • Planificación de mantenimiento o reposición de stock a largo plazo

Figura 15. Métodos analíticos en Mantenimiento Predictivo.

Obtenido de Villazán, Babé & Medianero (2019).

Martínez (2018) propone los pasos para la implantación efectiva del mantenimiento predictivo:

- Definir los objetivos y el impacto financiero que se pretenden lograr con el mantenimiento predictivo.
- Seleccionar el equipo crítico (análisis de criticidad).
- Efectuar análisis de modos y efectos de fallo.
- Determinar los parámetros factibles a monitorizar.
- Seleccionar la técnica y el método adecuados de mantenimiento predictivo.
- Definir quién tendrá la responsabilidad de llevar a cabo el mantenimiento predictivo.
- Elaborar los procedimientos detallados de las rutinas de mantenimiento predictivo.
- Capacitar y entrenar al personal en la metodología y técnicas de mantenimiento predictivo.

9. Dar el soporte oficial para inicio de plan de mantenimiento predictivo.

En la Tabla 1 se presentan las ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo.

Tabla 1. Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo.

Ventajas	Desventajas
Brinda una alta posibilidad de anticiparse a la ocurrencia de las fallas.	Sus técnicas y ensayos implican inversión en equipo costoso.
Los ensayos, pruebas y mediciones se hacen con la máquina en operación.	Implica disponer de personal calificado para la utilización del equipo y el análisis informativo.
Reducción de los tiempos de intervención del equipo.	Sus técnicas y ensayos pueden indicar la falla de gestación, pero no su causa.

Adaptado de Montilla (2019).

2.1.2 Mantenimiento Correctivo

Se define como el sistema de mantenimiento en el que se interviene un equipo una vez que ha ocurrido una falla funcional. El mantenimiento correctivo se subdivide en: **de emergencia**, tiene lugar cuando ocurre una falla funcional dentro de la jornada de producción de la empresa, y generalmente detiene o trastorna la producción. En cambio, el **programado** tiene lugar cuando se hace evidente una falla potencial, pero su defecto no es dramático y permite culminar la jornada o el ciclo de producción, para proceder a realizar las correcciones necesarias (Higgins, Mobley, & Smith, 2002).

Según Mobley (2004), específicamente en este tipo de mantenimiento, existen niveles de prioridad que se basan en la urgencia y el impacto de la falla (ver Figura 16), clasificándose como:

- Prioridad 1 (P1) – Emergencia/Alta: Fallo en un equipo crítico que detiene la producción o crea un riesgo de seguridad inminente. Tiempo de respuesta inmediato.
- Prioridad 2 (P2) – Urgencia/Moderada: Mal funcionamiento de una función importante que afecta la producción, pero no la detiene por completo, o un riesgo moderado de seguridad. Tiempo de respuesta de máximo 24 horas.
- Prioridad 3 (P3) – Necesaria/Baja: Falla en un equipo menos crítico o un mal funcionamiento de una función menor. Tiempo de respuesta de máximo 1 semana.
- Prioridad 4 (P4) – Deseable/Insignificante: Fallo en un equipo no crítico, sin impacto en la producción ni riesgos de seguridad. Tiempo de respuesta de 4 a 5 semanas.



Figura 16. Niveles de prioridad según la urgencia y el impacto de un trabajo correctivo.

Adaptado de Ramakrishna (2016).

En la Tabla 2 se describen las ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.

Tabla 2. Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.

Ventajas	Desventajas
No implica detalladas planificaciones o programaciones.	Conlleva a la ocurrencia de fallas funcionales, con las consecuencias que acarrea.
No exige organización técnica-administrativa.	Se acorta la vida útil de los equipos.
En el corto plazo es un sistema de mantenimiento económico.	En el mediano y largo plazo es muy costoso.

Adaptado de Montilla (2019).

2.1.3 Mantenimiento Preventivo

Es un sistema de mantenimiento cuyo objetivo esencial es prevenir la ocurrencia de fallas en un sistema productivo, con base en la ejecución de tareas básicas (observar, inspeccionar, calibrar, ajustar, cambiar, lubricar, etc.), a unas frecuencias predeterminadas, asociadas a cada ciclo productivo en particular. La ejecución de tareas básicas puede indicar la necesidad de realizar tareas programadas adicionales (Gross, 2002).

Según Olives (2009) para diseñar el plan de mantenimiento de una empresa hay que valorar, en primer lugar, el alcance del plan y si el mantenimiento se hará con personal propio, externo o mixto. Éstos son los puntos básicos para tener en cuenta al hacer el plan de mantenimiento de una máquina o de todo un centro de trabajo:

- Relación de maquinaria, diferenciada por zonas o secciones.
- Recopilación, revisión y análisis de los manuales de mantenimiento de los equipos.

- Confección de fichas de mantenimiento, con anotación de los puntos de revisión y la periodicidad de los controles.
- Previsión de recambios.
- Dotación de los recursos humanos en función de la estructura de la empresa y su productividad.
- Actuación por puntos crítico.
- Revisión y actualización.

En la Tabla 3 se describen las ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.

Tabla 3. Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.

Ventajas	Desventajas
Aumenta confiabilidad de las máquinas.	Implica inversión inicial e infraestructura.
Uniformidad en la carga de trabajo para personal de mantenimiento.	Se pueden generar sobrecargas de trabajo en las máquinas por la tipología de tareas.
Mayor duración de los equipos por disminución de tiempo muerto.	Alto costo en inspecciones.

Adaptado de Montilla (2019).

En la figura 17 se muestra el flujo administrativo y operativo para la gestión de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo. El proceso es el siguiente: se recibe orden de trabajo, se verifica su completitud y coordinación, se programa según prioridad, tiempo y recursos disponibles. El técnico ejecuta el trabajo, se revisa su avance y, si no está completo, se identifican faltantes de piezas o tiempo, se ordenan materiales necesarios, se reprograma y finalmente se cierra.

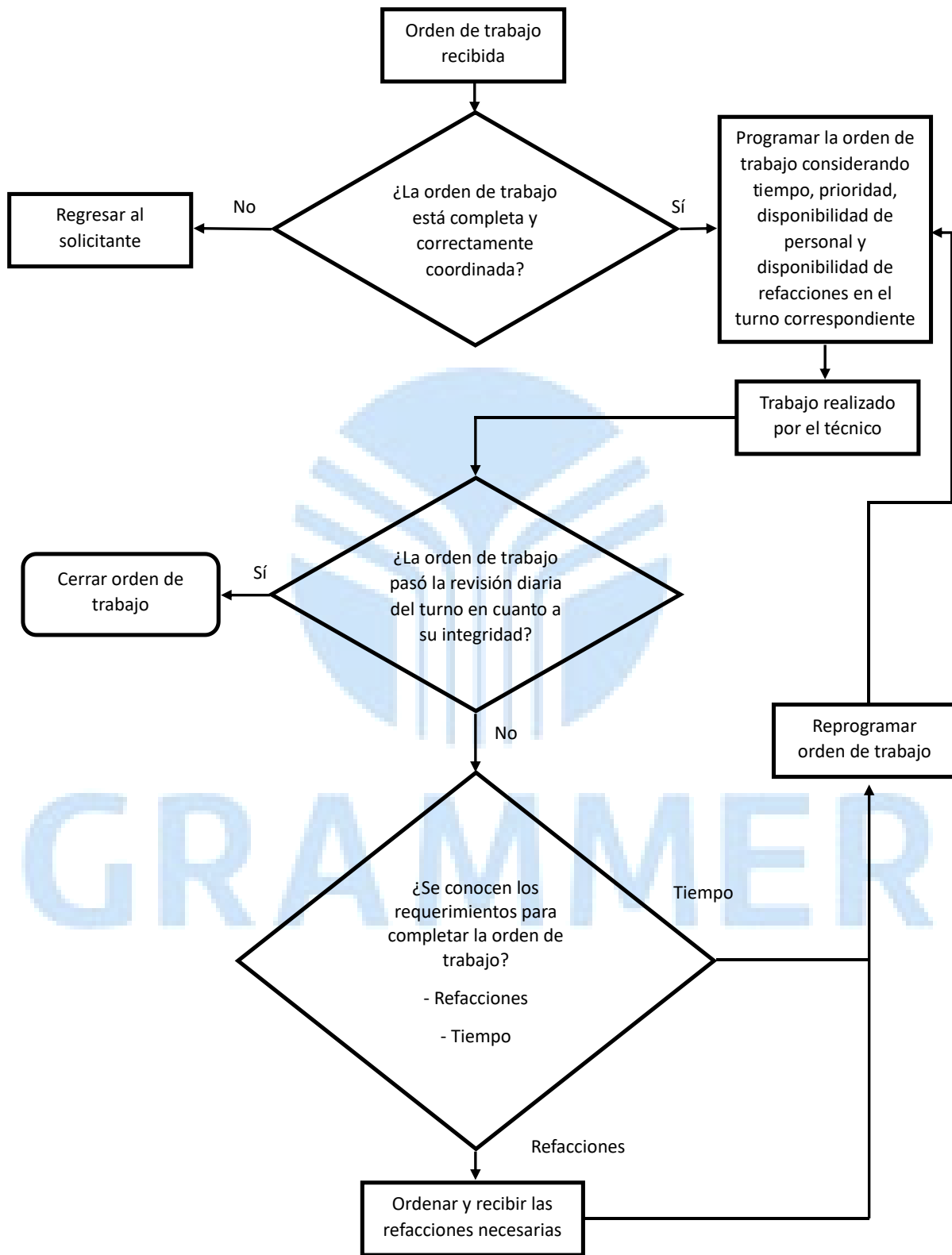


Figura 17. Flujo de orden de trabajo planificada.

Obtenido de Gross (2002).

2.2 Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo es una metodología dentro del mantenimiento productivo total (TPM) que busca que los operadores de producción participen activamente en el cuidado, limpieza, inspección y mantenimiento básico de su equipo o máquina asignada (McCarty, 2004).

En este apartado se abordarán los principios y objetivos del mantenimiento autónomo, así como sus etapas de implementación y el impacto en la eficiencia operativa.

2.2.1 Principio y objetivos del mantenimiento autónomo

El Mantenimiento Autónomo rompe con la idea tradicional de que solo el departamento de mantenimiento es el responsable de alargar la vida útil de los equipos. En cambio, promueve el enfoque de la responsabilidad y propiedad compartida, donde operadores y personal de mantenimiento trabajan en conjunto para mejorar la fiabilidad y disponibilidad de las máquinas. (SMEDA, 2020).

Según Borris (2006), los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo con los estándares se evite el deterioro del equipo.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno.

- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.
- Mejora de la moral en el trabajo.

La figura 18 representa una de las tareas más comunes hechas por los operadores en sus máquinas en la implementación del TPM: la limpieza. Según Jones (2014), el mantenimiento autónomo es un buen punto de inicio para la implementación de un enfoque de mantenimiento robusto y eficiente.



Figura 18. Mantenimiento autónomo: Llave de inicio trascendente y característica del TPM.

Obtenido de Jones (2014).

2.2.2 Etapas de implementación del mantenimiento autónomo

Según Dillon (1997) existe una serie de pasos necesaria para la implementación del mantenimiento autónomo:

- **Pasos 1,2 y 3 – Condiciones básicas del equipo:** Se enfocan en evitar el deterioro mediante limpieza, lubricación, ajuste de tornillos y control de fluidos y contaminantes. Buscan restablecer la condición normal y mantener las condiciones básicas del equipo.
- **Pasos 4 y 5 – Inspección general:** Incorporan estándares de inspección que complementan la limpieza y lubricación. Específicamente, el paso 4 introduce el conocimiento de subsistemas y controles visuales; el paso 5 optimiza listas de inspección y mejora procedimientos basados en hallazgos.
- **Paso 6 – Estandarización y organización:** Amplía el enfoque del equipo al área completa de trabajo: estandarización, orden y organización de herramientas y materiales.
- **Paso 7 – Actividades autónomas completas:** Marca el inicio del mantenimiento autónomo, donde los equipos ejecutan y gestionan de forma independiente actividades de mantenimiento, integrándolo como parte de la operación diaria.

En la tabla 4 se presentan los pasos al implementar este pilar del TPM en una organización, evidenciando que el mantenimiento autónomo es un proceso estructurado y progresivo que transforma al operador en un agente activo del cuidado del equipo o máquina. Por medio de esta metodología se espera como resultado establecer una cultura de disciplina, organización y mejora continua. En conjunto, esta serie de pasos no solo incrementan la confiabilidad del equipo, sino que también contribuyen a un entorno de trabajo más eficiente, seguro y productivo.

Tabla 4. Los siete pasos del Mantenimiento Autónomo.

Paso	Nombre	Actividades
1	Limpiar e inspeccionar	Eliminar toda la suciedad y grasa de la máquina, lubricar, apretar tornillos y localizar y corregir problemas.
2	Eliminar fuentes de problemas y áreas inaccesibles	Corregir las fuentes de suciedad y grasa; prevenir salpicaduras y mejorar la accesibilidad para la limpieza y lubricación. Reducir el tiempo requerido para limpiar y lubricar.
3	Desarrollar estándares de limpieza y lubricación	Elaborar estándares que aseguren que la limpieza, lubricación y apriete se realicen de manera eficiente. (Establecer un programa para tareas periódicas).
4	Realizar inspecciones generales	Llevar a cabo capacitación en habilidades utilizando manuales de inspección y aplicar inspecciones generales para detectar y corregir pequeñas anomalías en el equipo.
5	Realizar inspecciones autónomas	Preparar listas de verificación estándar para las inspecciones autónomas. Ejecutar dichas inspecciones.
6	Estandarizar mediante gestión visual del área de trabajo	Estandarizar y gestionar visualmente todos los procesos de trabajo. Ejemplos de estándares necesarios: • Estándares de limpieza, lubricación e inspección.
7	Implementar la gestión autónoma del equipo	Desarrollar políticas y objetivos de la empresa; hacer que las actividades de mejora formen parte de la práctica diaria; mantener datos confiables de MTBF (tiempo medio entre fallas), analizarlos y utilizarlos para mejorar el equipo.

Adaptado de Dillon (1977).

2.2.3 Impacto del mantenimiento autónomo en la eficiencia operativa

Según Quevedo (2020), uno de los beneficios más claros del mantenimiento autónomo es el ahorro de mano de obra. Esto, porque cada trabajador se encarga de las tareas de mantenimiento más básicas. Así, los técnicos están libres para tareas más especializadas. Esto implica un uso mucho mejor del tiempo y de recursos. De acuerdo con su estudio se menciona que los principales impactos del mantenimiento autónomo son:

- +10 – 15 % de mejora del OEE reportado por plantas que incorporan limpieza, inspección y lubricación controladas por el operador dentro de los primeros 12 meses.
- Reducción del 20 al 40 % en tiempos de inactividad no planificados Gracias a una detección más rápida de desgaste, fugas y desalineaciones.
- $\approx$ 25 % menor MTTR ya que las reparaciones menores se pueden realizar en el momento, y los trabajos más grandes llegan al taller con fotografías, listas de piezas y marcas de tiempo adjuntas.

Asimismo, se nota que 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. La reducción del tiempo muerto de producción y de las paradas. Por otra parte, proporciona una mayor disponibilidad, lo cual mejora el OEE (Moyano, 2017).

2.3 Estandarización digital con el uso de software

La transformación digital está revolucionando los procesos industriales, y el mantenimiento no es la excepción. Más allá de la eficiencia operativa, la digitalización está marcando un antes y un después en la seguridad laboral. En entornos donde cada intervención técnica puede implicar un riesgo, automatizar, monitorizar y trazar cada proceso es clave para reducir accidentes, evitar errores humanos y garantizar el cumplimiento normativo (Brouthers, Ascencio, Benmamoun, & Alhorr, 2025).

En esta sección se hablará del uso de herramientas digitales de software para la estandarización de información y el monitoreo de equipos.

2.3.1 Conceptos y fundamentos de la estandarización digital

Según Abdelkafi (2021), la estandarización de procesos se refiere al diseño y la realización de procesos empresariales uniformes en toda la organización. En adición, la transformación digital (utilizada como sinónimo de digitalización) se refiere a integrar productos y servicios con las personas, aprovechando tecnologías digitales que generalmente se basan en Internet.

De acuerdo con Kirchmer (2024), para entender el proceso de la estandarización digital se divide la información en tres vertientes: la relación entre la estandarización de procesos y la transformación digital, el valor de la estandarización de procesos para la transformación digital y las variantes de procesos.

El primer rubro se refiere a que la estandarización de procesos permite una digitalización exitosa, ya que posibilita un enfoque de digitalización eficiente que ofrece el mayor valor, con el uso de buenas prácticas para un proceso empresarial específico que pueden implementarse fácilmente en toda la organización. Los procesos estandarizados se realizan mediante el uso

consistente de tecnologías digitales, como flujos de trabajo automatizados, en diversas unidades organizativas de una empresa (McGab, 2024).

El segundo rubro se refiere a al valor de la estandarización de procesos para la transformación digital. Un efecto directo de la estandarización de procesos es el despliegue eficiente de soluciones de automatización y de tecnologías digitales en general. Los componentes de las soluciones pueden alinearse con los procesos estandarizados y aplicarse en todas las unidades de negocio relevantes. El resultado es una reducción del costo total de propiedad. En la figura 19 se exponen los beneficios clave de la estandarización de procesos comentados en este párrafo, especialmente en un contexto de la digitalización (Kanika, Wasana, & Guy, 2023).

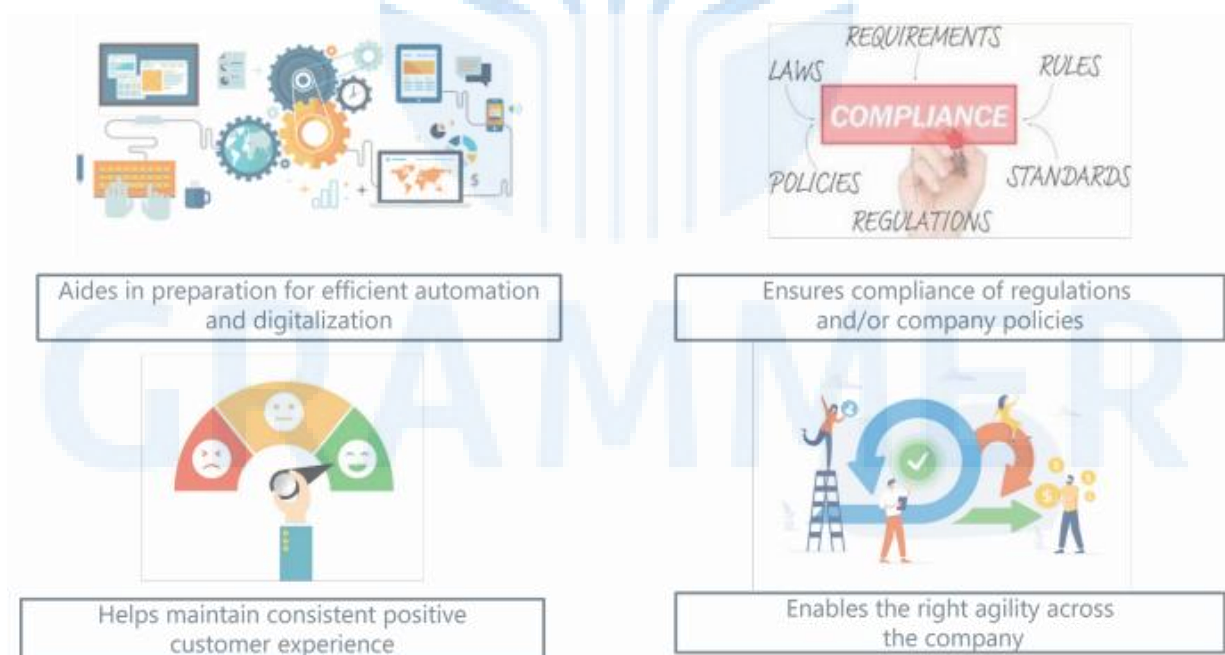


Figura 19. Beneficios clave de la estandarización de procesos en el contexto de la digitalización.

Obtenido de Kirchmer (2024).

En este mismo ramo, el tercer rubro hace referencia a que la estandarización de procesos entre las unidades de negocio de una organización solo puede realizarse hasta cierto punto debido al contexto empresarial de cada proceso. Existen varias limitantes, por ejemplo, las organizaciones

internacionales con operaciones en diferentes países deben cumplir con leyes específicas de cada país, grupos que manejan una amplia variedad de productos y servicios, empresas que trabajan con diferentes canales de ventas y adquisiciones y organizaciones con grupos de clientes significativamente diferentes. Considerar las limitaciones necesarias a la estandarización, identificando las variantes imprescindibles, es la base de un enfoque exitoso de estandarización. En la figura 20 se ilustran las principales razones válidas para la variación de estandarización de los procesos en un nivel digital, mismas que se mencionaron a lo largo de este párrafo (Alves, 2021).

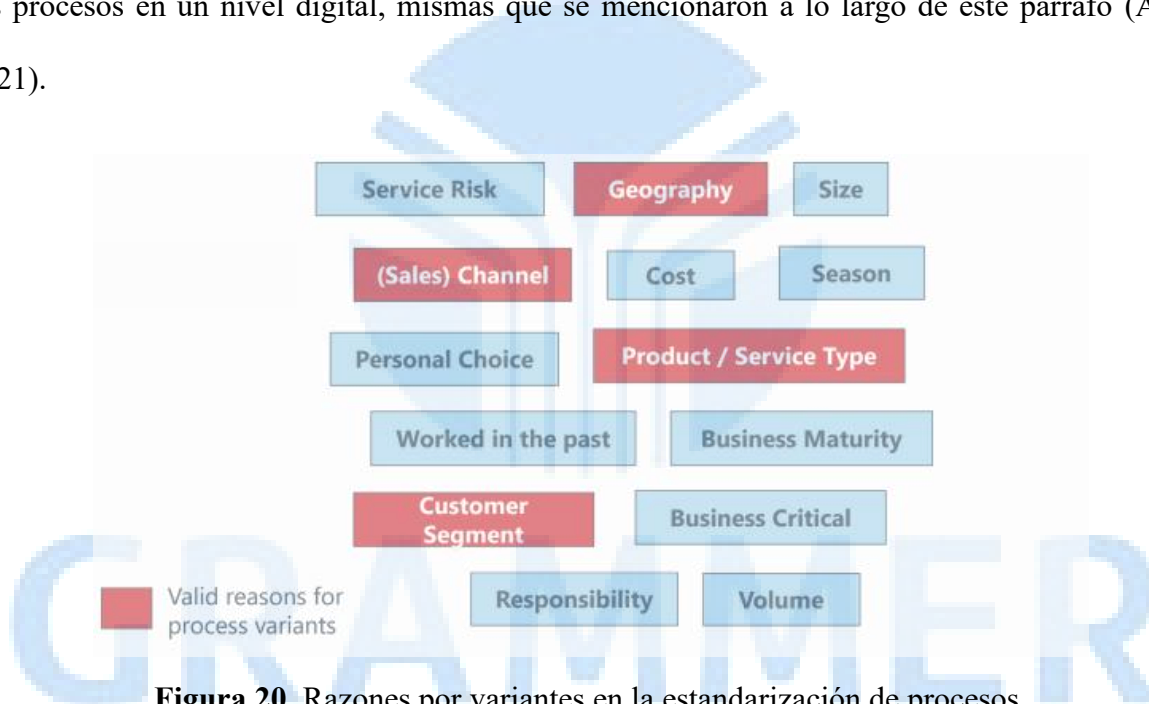


Figura 20. Razones por variantes en la estandarización de procesos.

Obtenido de Kirchmer (2024).

2.3.2 Aplicaciones del software en la gestión del mantenimiento

Las aplicaciones de software para la gestión de mantenimiento son herramientas diseñadas para planificar, ejecutar y optimizar todas las actividades de mantenimiento dentro de una organización (Tripathy & Naik, 2015).

En esta sección se presentarán dos softwares utilizados para la gestión de mantenimiento, uno comúnmente conocido a nivel mundial por su efectividad y otro incorporado afín al desarrollo del presente documento.

2.3.2.1 CMMS

La mayoría de las veces, el software de gestión de mantenimiento se conoce como Sistema Computarizado de Gestión de Mantenimiento (CMMS, por sus siglas en inglés). Un CMMS es un paquete de software, o un conjunto de aplicaciones, que ayuda a los profesionales de mantenimiento a gestionar, documentar y rastrear las actividades de mantenimiento (Lara, 2022).

De acuerdo con FasTrack (2019), las organizaciones obtienen innumerables beneficios al implementar un software computarizado de gestión de mantenimiento:

- Mejorar disponibilidad y confiabilidad: Desarrolla un plan preventivo y coordina tiempos de inactividad para minimizar sorpresas y mantener el equipo operativo.
- Mantenimiento proactivo: Permite anticiparse a fallas, realizando trabajos antes de que ocurran problemas, evitando reacciones improvisadas.
- Estandarizar mejores prácticas: Procesos uniformes aumentan eficiencia, calidad y confiabilidad, reduciendo errores, costos y pasos omitidos.
- Información en tiempo real: Permite monitorear activos, trabajos en curso y pendientes, evitando duplicaciones y faltantes de inventario.
- Incrementar productividad de empleados: Software intuitivo reduce tiempo en computadoras y agiliza creación, asignación y cierre de órdenes de trabajo.
- Decisiones de gestión inteligentes: Recolecta datos e informes sobre todos los aspectos de mantenimiento, facilitando seguimiento de KPIs.

- Cumplir regulaciones: Registros digitales verifican procesos, flujos de trabajo y documentación exigida por auditores y organismos de seguridad.
- Reducir costos de mantenimiento: Rastrea inventario, mano de obra y gastos, permitiendo corregir problemas recurrentes y decisiones de reparar o reemplazar.
- Automatizar solicitudes de servicio: Formaliza recepción de pedidos, agilizando respuestas y aumentando accesibilidad del equipo de mantenimiento.
- Mantenimiento en múltiples ubicaciones: Comparte información, gestiona inventario y programa personal en varias plantas o edificios eficientemente.

Por otra parte, la compañía Fiix (2020) menciona que una vez definidos los objetivos principales de mantenimiento, solo queda relacionarlos con las funciones de CMMS, algunas de sus características más comunes son:

- Gestión de órdenes de trabajo: Genera, asigna y distribuye órdenes automáticamente, eliminando el papel y permitiendo enviar trabajos por correo o dispositivos móviles.
- Gestión de activos y equipos: Centraliza datos de equipos, historial, garantías y documentos, evitando búsquedas manuales y facilitando información crítica para reparaciones.
- Gestión de inventarios: Controla cantidades, costos y proveedores, evitando faltantes y permitiendo reordenar piezas oportunamente para un inventario preciso.
- Mantenimiento preventivo: Programa reparaciones por fechas o uso, notifica técnicos y actualiza costos, asegurando disponibilidad de recursos y mantenimiento eficiente.
- Mantenimiento por demanda: Permite registrar reparaciones correctivas o de emergencia rápidamente, creando órdenes “al vuelo” cuando ocurre un problema imprevisto.

- Informes de mantenimiento: Genera reportes basados en datos para analizar desempeño, identificar mejoras y tomar decisiones fundamentadas en métricas reales.

En la figura 21 se muestra una figura alusiva al CMMS software y todos los servicios o áreas de apoyo para una gestión adecuada del mantenimiento.

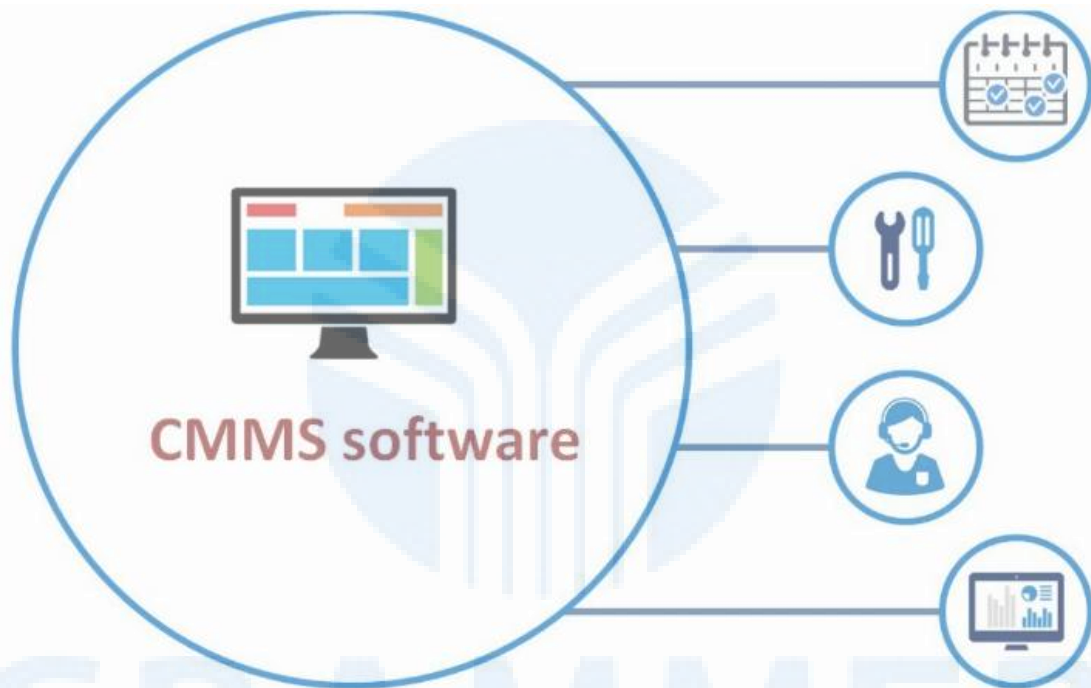


Figura 21. Computerized Maintenance Management System.

Obtenido de ITEFY Group (2024).

2.3.2.2 EasyMaint

EasyMaint es un software de gestión de mantenimiento y activos, que combina prácticas de mantenimiento e innovación tecnológica para ofrecer un sistema que cumple con los requerimientos actuales y facilita las tareas de mantenimiento, aprovechando los beneficios que brindan los avances tecnológicos (EasyMaint LLC, 2025).

EasyMaint ofrece todas las funciones que se esperan de un sistema de mantenimiento completo: gestión de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, TPM, RCM, gestión de órdenes de trabajo, gestión de inventarios y compras, amplia información de costos, reportes y análisis, así como indicadores de mantenimiento, entre otros (EasyMaint Software, 2025).

De acuerdo con el portal de Abesoft Technologies (2024), EasyMaint es un software que cuenta con características y funciones únicas por la tipología del programa, mismas que se describen a continuación:

- Familiarización amigable utilizando el entorno de Microsoft, lo que facilita su comprensión.
- Entorno Microsoft Windows con una interfaz gráfica de usuario, que permite un aprendizaje rápido y efectivo.
- Árbol de estructura de entidades, ubicaciones, activos y componentes.
- Campos definidos por el usuario en todas las ventanas. Permite agregar rápidamente datos importantes “al vuelo”.
- Capacidad para configurarse de manera que cada usuario vea únicamente la información a la que tiene acceso, sin visualizar el resto de los datos de otras entidades.
- Opción de plan de compras basada en la demanda y en el punto de reorden.

En la figura 22 se observan las características generales que ofrece el software EasyMaint, mismas que se mencionan directamente en un documento oficial de una página dedicada a su comercialización.

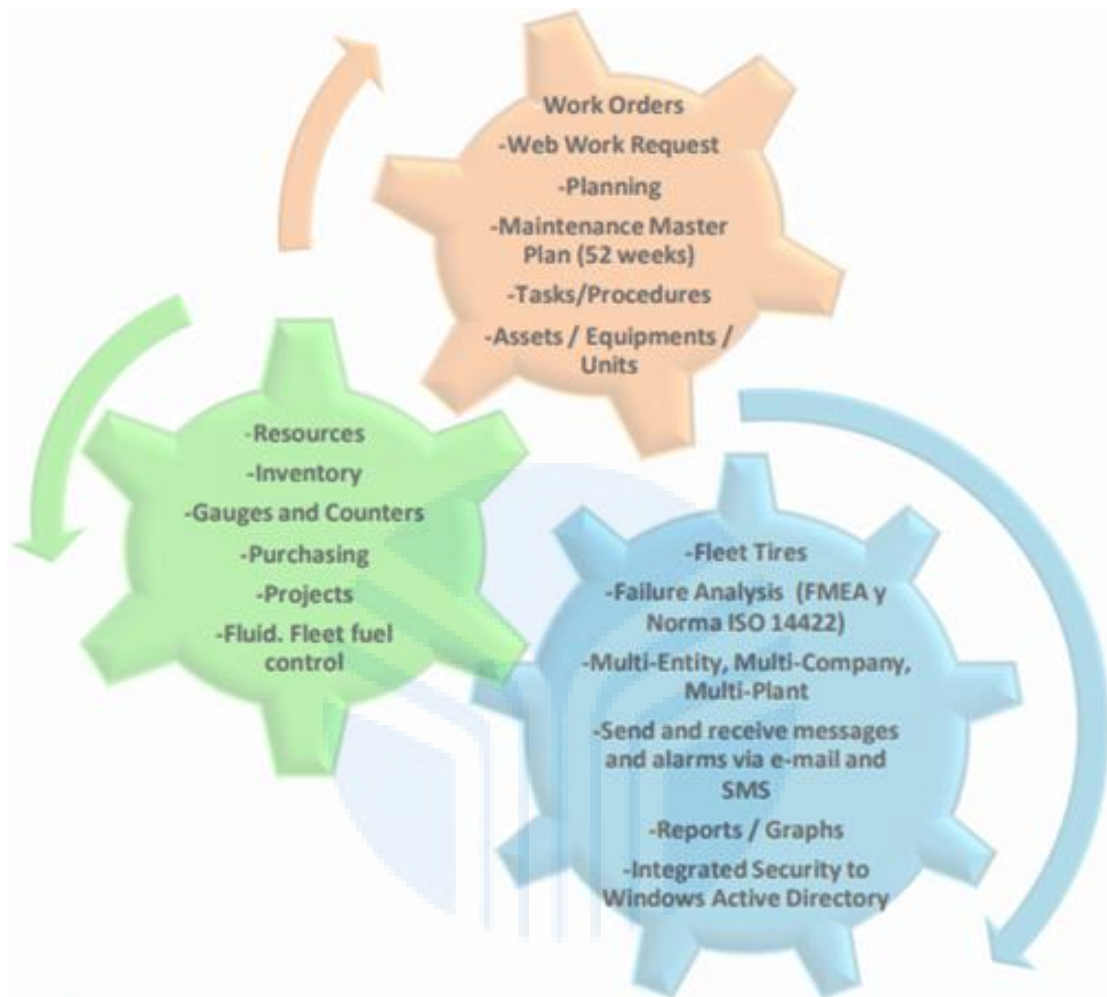


Figura 22. Características generales del software EasyMaint.

Obtenido de Abesoft Technologies (2024).

Por otro lado, en la figura 23 se muestran los módulos principales de la interfaz de EasyMaint, tanto en forma de esquema como en la página principal de acceso del software.

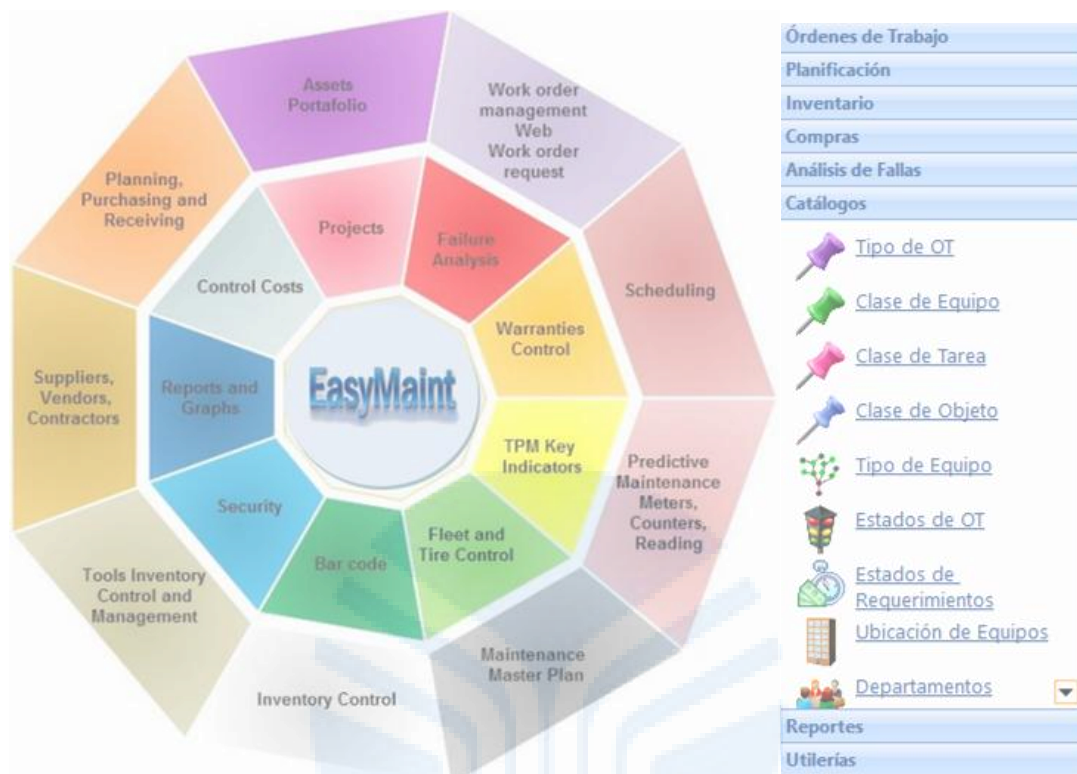


Figura 23. Esquema y captura visual de los módulos principales de interfaz del software EasyMaint.

Obtenido de Abesoft Technologies (2024).

2.3.3 Beneficios de la estandarización digital en la productividad industrial

La estandarización digital del mantenimiento industrial ofrece múltiples beneficios, siendo los principales la optimización de la eficiencia y la reducción de costos operativos. Permite una gestión más proactiva y basada en datos, transformando la manera en que se concibe y ejecuta el mantenimiento (TRACTIAN, 2023).

Los beneficios clave incluyen:

- Mayor eficiencia y eficacia: La automatización y estandarización de procesos agilizan las tareas, minimizan los errores humanos y optimizan los recursos, permitiendo que el personal se centre en actividades de mayor valor (UNE, 2018).
- Reducción de costos operativos: Se evitan paradas no programadas, se optimizan los inventarios y repuestos, y se minimiza el desperdicio. Esto puede resultar en una reducción de los costos de mantenimiento y producción entre un 10% y un 20% (KIZEO forms, 2025).
- Aumento de la disponibilidad y vida útil de los activos: El seguimiento continuo y la planificación del mantenimiento preventivo y predictivo permiten identificar fallos antes de que ocurran, aumentando el tiempo de actividad y la longevidad de los equipos (CEPI, 2022).
- Toma de decisiones informada: La recopilación eficiente de datos de los activos a través de sensores y plataformas inteligentes proporciona visibilidad completa del estado de la planta, facilitando decisiones más precisas y rápidas (MAPEX, 2025).
- Mayor seguridad: Al contar con programas de mantenimiento claros y equipos más confiables, se previenen accidentes y se mejora la seguridad en el lugar de trabajo (Gosalbez, 2023).
- Mejora de la planificación y programación: La estandarización permite una programación anticipada de las tareas de mantenimiento, optimizando el despliegue de los técnicos y evitando tiempos de espera por reparaciones (ENGEMAN, 2025).
- Documentación y seguimiento: Se facilita la creación y el seguimiento de la documentación necesaria para cada equipo, asegurando la trazabilidad y evitando que la información se pierda con la rotación de personal (ENGEMAN, 2025).

Capítulo III: Desarrollo

3.1 Implementación del mantenimiento autónomo en Planta II

Las primeras cinco actividades propuestas para el presente proyecto se enfocaron en el análisis, diseño, documentación, capacitación e implementación efectiva del mantenimiento autónomo en el área de costura de la Planta II. Dichas tareas se realizaron en un total de 12 semanas (la mitad del período considerado para la residencia profesional).

En una primera instancia, se evaluaron los planes de mantenimiento actuales para considerar las posibles actividades básicas referentes a limpieza y lubricación de equipos, que probablemente las y los operadores pudiesen realizar en el departamento de costura.

Después, se buscó la manera de idear, redactar y explicar en un formato cada una de las actividades que formarían parte de un documento oficial dedicado al involucramiento de los operadores en el cuidado de sus equipos. Desde luego, en este punto fue necesario tomar en cuenta la seguridad e integridad de las personas para prevenir accidentes en el transcurso de sus actividades de mantenimiento. En la figura 24 se observan algunas de las pruebas (hechas por los técnicos) que se llevaron a cabo desde la fase de diseño para verificar si todas las personas podrían realizarlas sin importar ningún aspecto físico o de género. Cabe destacar, que algunas de estas imágenes fueron modelo a seguir para la explicación e las actividades en el formato de MA.

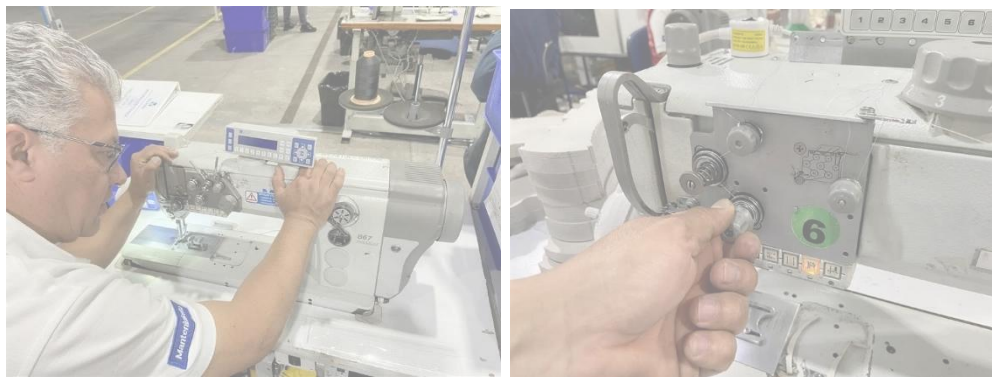


Figura 24. Pruebas de actividades para mantenimiento autónomo.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Transcurrieron 4 semanas para el diseño de los formatos, ya que, según la marca y el modelo de la máquina cambian las actividades de mantenimiento autónomo. Para este punto, a pesar de ya tenerse listos los documentos, no podían implementarse en las líneas de forma oficial hasta contar con un folio aprobado y asignado por el departamento de Sistema de Gestión de la Calidad (SGC). Sin embargo, fue necesario llenar la documentación adecuada para explicar las generalidades, objetivos y alcance de los presentes formatos en el área de costura. Este proceso es necesario ante cualquier formato que busque implementarse en la planta para tener un registro oficial y un historial del mismo, especialmente para auditorías por parte de clientes o de la IATF 16949.

Una vez dado un folio oficial por parte de la empresa, se comenzó a capacitar al personal de las líneas de costura. Para ello se llevó a cabo una planeación de líneas según el día, ya que se necesitaba de la coordinación con el departamento de producción y logística para no afectar los procesos productivos de la Planta II. Así, se pudo iniciar esta fase del proyecto, como, prueba de ello se muestra en la figura 25 un formato llenado desde el mes de agosto de mantenimiento autónomo llenado por dos operadoras distintas en la misma máquina, una del primero y la otra del segundo turno, respectivamente.

Figura 25. Primeros formatos de mantenimiento autónomo llenados.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Por último, para evaluar el desempeño de la realización efectiva de las actividades de mantenimiento autónomo se generó un formato interno de mantenimiento para auditar a las y los operadores de las líneas según las condiciones de su equipo al finalizar el turno (ya que las tareas de MA se realizan al último de cada turno y se validan o evalúan por la siguiente persona al inicio del siguiente).

3.2 Orden y control de almacén tras compra de refacciones de refurbishment

Se tiene en pie el proyecto de adquisición de refacciones para las diversas líneas productivas de la empresa según las necesidades y el estado actual de los equipos. Sin embargo, se necesita de un lugar disponible para acomodarlas según las áreas y criticidad de estas.

Las siguientes dos actividades consecutivas a la implementación del mantenimiento autónomo, se relacionan con la adquisición de dichas refacciones, empezando por estratificar las piezas a partir de su nivel de criticidad y valor agregado en la máquina.

Luego, se realizaron todos los procesos internos para la solicitud formal de dichas refacciones. En la mayoría de las empresas existen períodos y proyectos dependientes de la situación general de la empresa, es por ello que, aunque se encuentra pausada la aprobación del mismo, es el deber del área de mantenimiento mantener en buenas condiciones el almacén de refacciones y con estos se hace referencia a dedicarle un lugar a cada elemento y una identificación correspondiente.

En la figura 26 se muestra el antes y el después del almacén de refacciones tras la implementación de un nuevo inventario, reacomodo e identificación de todas las piezas disponibles.



Figura 26. Antes y después de orden y limpieza en almacén de refacciones.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

3.3 Estandarización digital del mantenimiento con EasyMaint

Se dedicaron 7 semanas a tres actividades referentes a la segunda parte del enfoque de este proyecto: la estandarización de información de mantenimiento en un nuevo software que permite la apertura digital en todos los espacios productivos de la empresa.

Si bien, las capacitaciones comenzaron a las dos semanas de ingresado en el área, no fue hasta la semana 11 que se recibieron indicaciones de comenzar a realizar un mapeo general de los equipos actuales en funcionamiento de las líneas, así como de los que posiblemente se podrían utilizar en dado caso de la adición de nuevos proyectos.

Posteriormente, se evaluaron los actuales planes de mantenimiento preventivo, específicamente en las actividades duración y frecuencia de los mismos. Para ello, fue necesario revisar los manuales de los fabricantes y el registro histórico de los mantenimientos. Una vez teniendo actualizada la información, se subió al nuevo software todo lo relevante y competente respecto a órdenes de mantenimiento, tanto preventivos como correctivos: piezas, herramientas, personal de mano de obra, equipos, etc. Esta fue otra de las etapas de mayor duración en la implementación de este proyecto por la cantidad de información y el manejo adecuado de la misma.

A su vez, se han realizado pruebas para implementar el uso de la app en las órdenes de mantenimiento correctivo evitando el uso de papel para las mismas, familiarizando a los técnicos con este aspecto tecnológico relevante y el impacto en la generación de informes a partir de información en espacios virtuales.

Si bien, todavía no se marca una fecha estimada para el kick off del proyecto, ya se encuentra lista la mayoría de la información relevante para la Planta II en este rubro de

mantenimiento. Prueba de ello se observa en la figura 27, pruebas de mantenimiento correctivo y preventivo generadas a partir de la cuenta de los técnicos en un dispositivo móvil.

The figure displays two screenshots of the EasyMaint software interface, showing the creation and management of maintenance orders. The top screenshot shows a preventive maintenance order (ID 1330) for a Gerber Paragon HX cutter. The bottom screenshot shows a corrective maintenance order (ID 1331) for a piece out of specification, also for a Gerber Paragon HX cutter. Both orders are assigned to Eduardo Ruiz and are in a 'Terminada' (Completed) state.

Order 1330: MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Id:** 1330
- Prioridad:** 100
- Estado:** 40 - Terminada
- Parar:** ☐ Planta, ☒ Equipo
- Descripción:** PROGRAMA DE MP TRIMESTRAL DE
- Tipo OT:** GRMPREV
- Fecha de prog:** 30/10/2025
- Equipo:** PT2-CUTTER-002
- Programa:** P_PT2-CUT002-TRI
- Procedimiento:** PT2-CUT002-TR
- Supervisor:** E_RUIZ
- Razón:**
- Retardo:**
- Notas:**
 - Cambio de Estado de 30 - Iniciada a 40 - Terminada
 - Fecha: 30/10/2025 9:08 PM
 - Usuario: AMUNOZ: ALBERTO MUÑOZ TAPIA
 - Razón: ot terminada
 - Cambio de Estado de 20 - Programada a 30 - Iniciada
 - Fecha: 30/10/2025 9:03 PM
 - Usuario: AMUNOZ: ALBERTO MUÑOZ TAPIA
 - Razón: iniciar orden
 - Se programó la OT: OT: 1330
 - Fecha: 30/10/2025 20:35:18
 - Usuario: ERUIZ: EDUARDO RUIZ
 - Razón: OT creada por el planificador
 - Creada por el planificador de OTs
 - Usuario: ERUIZ: EDUARDO RUIZ
 - 30/10/2025 20:35:18
 - Última vez que se programó: Frecuencia: 90

Order 1331: MANTENIMIENTO CORRECTIVO

- Id:** 1331
- Prioridad:** 30
- Estado:** 40 - Terminada
- Parar:** ☐ Planta, ☐ Equipo
- Descripción:** Pieza fuera de especificación
- Tipo OT:** GRM CORR
- Fecha de prog:** 30/10/2025
- Equipo:** PT2-CUTTER-002
- Programa:**
- Procedimiento:**
- Supervisor:** E_RUIZ
- Razón:**
- Retardo:**
- Notas:**
 - Cambio de Estado de 30 - Iniciada a 40 - Terminada
 - Fecha: 30/10/2025 9:21 PM
 - Usuario: DCHAVERO: DANIEL CHAVERO HERNÁNDEZ
 - Razón: Cambio de cuchillas
 - Firma digital del usuario o solicitante con ID Usuario DCHAVERO 30/10/2025 9:20 PM
 - Firma digital del técnico o supervisor con ID Usuario DCHAVERO 30/10/2025 9:20 PM
 - El registro de mano de obra TEC-COSTURA DAN-CH-HDZ fue actualizado en la orden de trabajo.
 - Usuario: DCHAVERO DANIEL CHAVERO HERNÁNDEZ
 - Fecha: 30/10/2025 9:20 PM
 - Se agregó la herramienta SCREW D a la orden de trabajo.
 - Usuario: DCHAVERO DANIEL CHAVERO HERNÁNDEZ
 - Fecha: 30/10/2025 9:19 PM
 - Se agregó el código de falla PT2-CUTMEC-009 a la orden de trabajo.
 - Usuario: DCHAVERO DANIEL CHAVERO HERNÁNDEZ

Figura 27. Pruebas de órdenes de mantenimiento correctivo y preventivo en EasyMaint.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Capítulo IV: Resultados

Este capítulo del presente reporte contiene el historial y desarrollo de cada una de las actividades llevadas a cabo para la implementación del mantenimiento autónomo y la estandarización digital del mantenimiento preventivo con el uso de un software en las áreas productivas de la Planta II.

El éxito en la ejecución de un buen proyecto se logra, en gran medida, a partir de un proceso de planeación claro y conciso. Es por ello que, se iniciará este apartado recordando el cronograma de actividades que se realizó desde el proceso de presentación de anteproyecto de residencia profesional, mismo que puede visualizarse en la figura 28. Posteriormente, se comenzará con la descripción detallada de cada una de las actividades del presente reporte de residencia profesional.

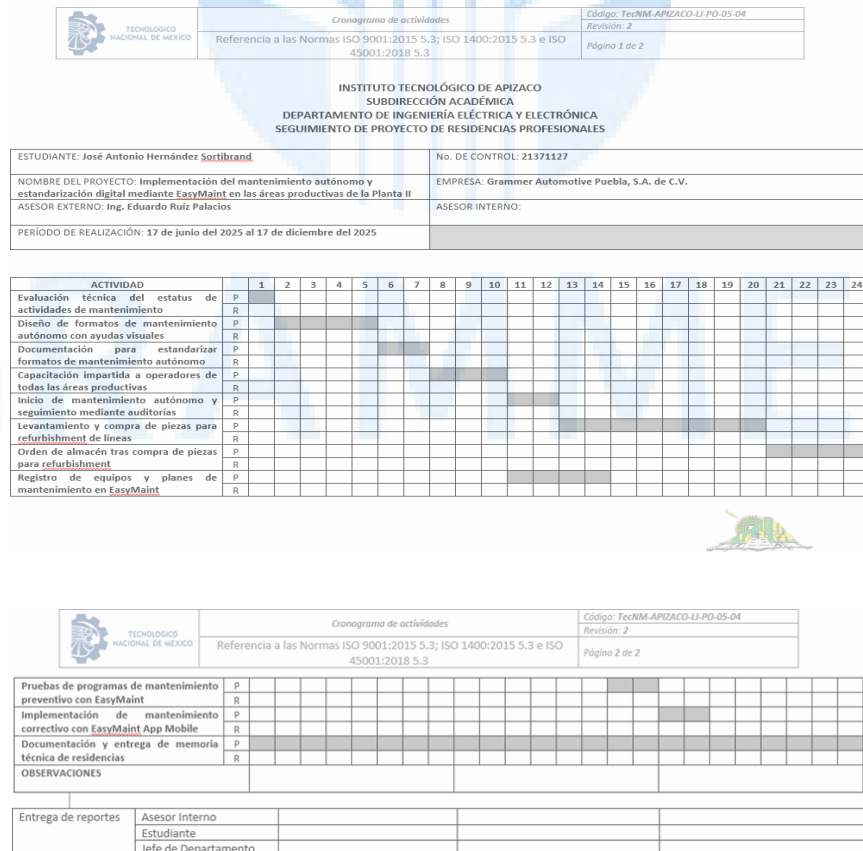


Figura 28. Cronograma de actividades de proyecto de residencia profesional.

Elaboración propia con información de cronograma de actividades (2025).

4.1 Evaluación técnica del estatus de actividades de mantenimiento

En el apartado 1.3 del capítulo 1 de “Introducción” se describió la situación actual de la empresa en el inicio de la residencia profesional en el mes de junio. La tendencia de tiempo muerto iba en incremento, al igual que los indicadores de mantenimiento MTTR y MTBF (que tuvieron su punto pico en el mes de julio). A lo largo del año, se tienen visitas programadas de los miembros de mayor nivel jerárquico en la organización, uno de los puntos clave a cerrar de inmediato era la implementación de mantenimiento autónomo en las áreas productivas, principalmente en el departamento de costura por la cantidad de máquinas y operarios. En la figura 29, se observa una pequeña parte del área de costura en la Planta II.



Figura 29. Muestra del área de costura en Planta II.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

A su vez, el rubro del mantenimiento autónomo era un requisito a cerrar a partir de la última auditoría de la norma IATF 16949, prueba de ello se observa en la figura 30, donde el departamento

dedicado a darle seguimiento a estos rubros compartió con del departamento de mantenimiento el punto abierto a través de un documento de manejo interno.



Figura 30. Prueba de Implementación de Mantenimiento Autónomo como punto abierto para siguiente visita de auditoría IATF16949.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Entonces, para este punto fue necesario comenzar a familiarizarme con los programas de mantenimiento preventivo que se imprimían cada semana para los diversos equipos de la Planta II. Así que, se organizaron reuniones con el equipo de mantenimiento (supervisor y técnicos) para revisar los manuales de los fabricantes y los programas actuales, diseñando así las actividades que cada operario de una máquina de costura pudiese hacer para la implementación del mantenimiento autónomo. Algunas evidencias de este primer punto se observan en la figura 31, donde se encuentra el análisis de los técnicos de costura respecto a los programas de mantenimiento actuales y las anotaciones principales de mi parte para la descripción de cada una de las actividades.

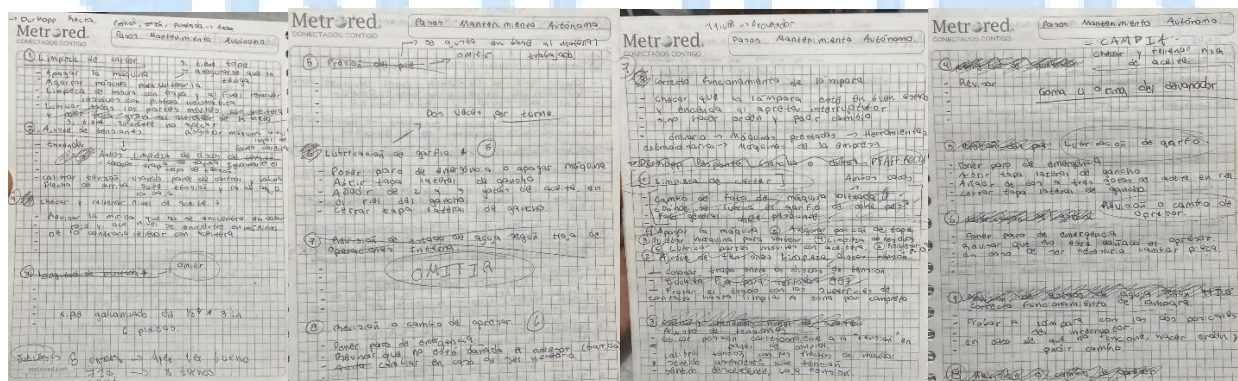


Figura 31. Pruebas de anotaciones del autor para la creación de formatos de Mantenimiento Autónomo.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

4.2 Diseño de formatos de mantenimiento autónomo con ayudas visuales

Esta sección corresponde a una de las actividades que más tiempo tomó por la complejidad en sí misma, se realizaron los diseños de mantenimiento autónomo para cada una de las máquinas de costura de la Planta II. Sin embargo, algunas de las actividades y apoyos visuales cambiaban según la marca y el modelo de la máquina.

En una primera instancia, se diseñó un formato general para el título de las actividades junto con un espacio para la colocación de un símbolo que indique o afirme la realización de dicha actividad según el día y el turno que corresponda. Cada operario pondrá el número GAP de la máquina (número de identificación) y el modelo la misma. Por el otro lado de la hoja, en una disposición vertical, se diseñó una cuadrícula para la descripción de cada una de las actividades con imágenes de apoyo visual y un apartado específico para la identificación de cada uno de los elementos de la máquina inmersos en las actividades de mantenimiento autónomo. Esto, para que cada que se realicen las actividades por parte de los operadores, cuenten con una guía específica y clara que los ayude en el desarrollo de las mismas. Es de mencionar la capacitación que recibieron en etapas posteriores. En la figura 32, se muestra el diseño generado por el presente autor del documento en la primera máquina, mismo que sirvió de apoyo y edición para los demás modelos y marcas de máquinas. En la figura 33, se muestra el otro lado de la hoja (vertical). Una nota que hacer al respecto se muestra en el apartado de “mes”, ya que estos formatos se imprimen días antes de que termine el mes, para que una vez iniciado el primer día se recojan los formatos del mes pasado y se repartan los del nuevo (por eso se lleva un mes de adelanto según el de la presente fecha).

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO																																		
Rutina en Máquina			Modelo de la Máquina																Número de Máquina						Mes / Año		GRAMMER							
Costura																									Diciembre		2025							
Turno	Pos.	Actividades	Vi 01	Sa 02	Do 03	Lu 04	Ma 05	Mi 06	Ju 07	Vi 08	Sa 09	Do 10	Lu 11	Ma 12	Mi 13	Ju 14	Vi 15	Sa 16	Do 17	Lu 18	Ma 19	Mi 20	Ju 21	Vi 22	Sa 23	Do 24	Lu 25	Ma 26	Mi 27	Ju 28	Vi 29	Sa 30	Do 31	Observaciones / Reparación / Causa
1° T	1	Limpieza de cárter																																
2° T		Limpieza de cárter																																
3° T		Limpieza de cárter																																
1° T	2	Correcto funcionamiento de devanador																																
2° T		Correcto funcionamiento de devanador																																
3° T		Correcto funcionamiento de devanador																																
1° T	3	Limpieza de discos de tensión																																
2° T		Limpieza de discos de tensión																																
3° T		Limpieza de discos de tensión																																
1° T	4	Ajuste de tensiones																																
2° T		Ajuste de tensiones																																
3° T		Ajuste de tensiones																																
1° T	5	Checar y rellenar nivel de aceite																																
2° T		Checar y rellenar nivel de aceite																																
3° T		Checar y rellenar nivel de aceite																																
1° T	6	Lubricación de garfio																																
2° T		Lubricación de garfio																																
3° T		Lubricación de garfio																																
1° T	7	Revisión o cambio de opresor																																
2° T		Revisión o cambio de opresor																																
3° T		Revisión o cambio de opresor																																
1° T	8	Correcto funcionamiento de lámpara																																
2° T		Correcto funcionamiento de lámpara																																
3° T		Correcto funcionamiento de lámpara																																
Firma																																		

Figura 32. Título de actividades en formato de Mantenimiento Autónomo (checklist por día).

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

GRAMMER

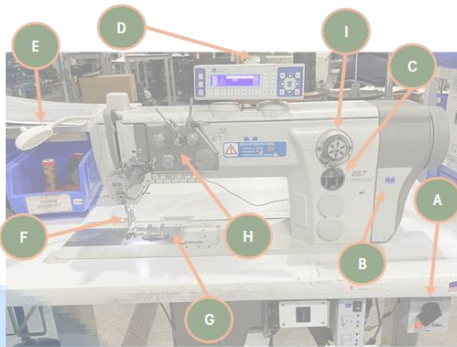
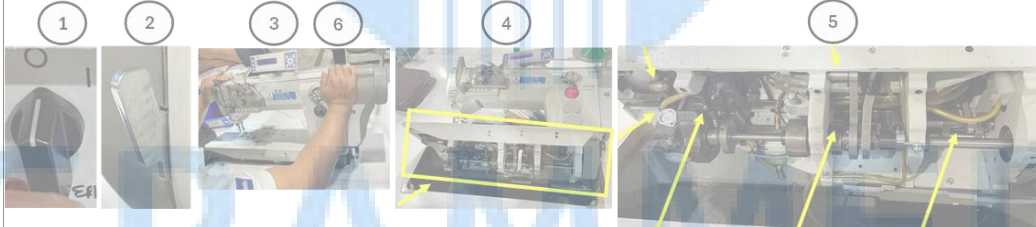
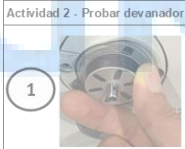
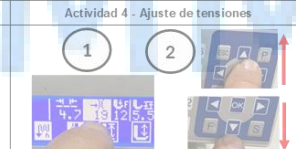
AYUDA VISUAL DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO						GRAMMER	
INICIADO POR:	M/b.	Eduardo Ruiz José Antonio Hdez S.	Rev.	Ingeniería.	Marco Hernández	Aprobó	
				Mantenimiento.	Eduardo Ruiz		
	28.07.2025		0	Producción.	Adriana Hernández	Enrique Peña Gerente de Planta II	
DURKOPP 867 RECTA							
Lista de Actividades				Mapeo del Equipo			
Actividades Mantenimiento Autónomo							
NO.	ACTIVIDADES	TEMPO	HERRAMIENTA				
1	1. Apagar la máquina con botón (A), solo en caso de ser necesario. 2. Asegurar posición del tope (solo si tiene). 3. Sujetar la máquina de la parte frontal de la carcasa para voltearla. 4. Limpiar residuos en mecanismo inferior con trapo (en instancia inicial) y pistola neumática (en instancia final). 5. Lubricar todas las partes móviles con aceite. 6. Regresar máquina a su posición natural de forma adecuada.		Trapo de limpieza. Pistola neumática para la remoción de residuos.				
2	1. Probar el devanador (I) en las dos posiciones permitidas. 2. En caso de que no funcione, hacer orden y pedir cambio.		NA				
3	1. Colocar trapo (de la parte más delgada) entre los discos de tensión (H). 2. Frotar el trapo con las superficies de contacto hasta limpiar la zona por completo.		Trapo de limpieza.				
4	1. Ubicar la posición correspondiente a la "tensión" en el panel de control (D). 2. Calibrar tensión con las flechas de mando utilizando la lógica correspondiente: - Flecha en sentido ascendente, sube tensión. - Flecha en sentido descendente, baja tensión.		NA				
5	1. Revisar que la mirilla (C) no se encuentre en color rojo (señal de bajo nivel de aceite en la máquina). 2. Rellenar con la aceitera hasta el nivel máximo.		Acetitara				
6	1. Poner paro de emergencia (B). 2. Abrir tapa lateral de gancho (G). 3. Añadir de dos a tres gotas de aceite en el nivel del gancho. 4. Cerrar tapa lateral de gancho (G). NOTA: Hacer esta actividad DOS veces por turno.		Acetitara				
7	1. Poner paro de emergencia (B). 2. Revisar que no esté dañado el opresor (es decir, que se encuentre barrido). 3. En caso de ser necesario, cambiar la pieza.		Llave Allen 2mm				
8	1. Probar la lámpara (E) con las dos posiciones del interruptor (encendido y apagado). 2. En caso de que no funcione, hacer orden y pedir cambio.		NA				
Ayuda Visual							
Actividad 1 - Limpieza de carter							
							
Actividad 2 - Probar devanador		Actividad 3 - Limpieza de discos de tensión		Actividad 4 - Ajuste de tensiones		Actividad 5 - Checar y rellenar nivel de aceite	
							
Actividad 6 - Lubricación de garfio		Actividad 7 - Revisión o cambio de opresor		Actividad 8 - Correcto funcionamiento de lámpara			
							

Figura 33. Descripción de actividades e identificación de elementos del equipo en formato de MA.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Posteriormente, se editaron las actividades, descripción de estas, apoyos visuales e identificación de elementos según la marca y el modelo de las demás máquinas. En la recopilación de imágenes correspondientes a la figura 34, se muestra la parte de los apoyos visuales de cada máquina. Cada uno de estos formatos se encontrará completo en el apartado de anexos.



Figura 34. Recopilación de imágenes de formatos de MA editados según marca y modelo de máquina.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

4.3 Documentación para estandarizar formatos de mantenimiento autónomo

En la IATF 16949, la documentación se refiere al conjunto de información escrita, controlada y actualizada que una organización automotriz debe tener para demostrar que cumple con los requisitos del sistema de gestión de calidad y con los procesos orientados a la mejora continua y la prevención de fallas (GM Company, 2023).

Esta actividad consistió en documentar en el formato oficial del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) el nuevo documento de Mantenimiento Autónomo de las líneas de costura de la

Planta II, es decir, añadir información pertinente del objetivo, responsable, alcance y el contenido del formato. En la figura 35 se muestra un resumen de la información añadida en el documento oficial de la explicación de procedimientos del departamento de mantenimiento de la norma IATF 16949.

OBJETIVO:
Asegurar la correcta definición y ejecución de las actividades básicas de mantenimiento de primer nivel (TPM) con una frecuencia diaria, a ser realizadas por el personal operativo en cada equipo de las áreas de producción.

Responsable:
Planeador de Mantenimiento.

Instrucción:
El planeador de mantenimiento deberá elaborar y mantener actualizado el formato titulado "Mantenimiento 1er Nivel TPM", en el cual se describa una lista de actividades básicas asignadas a cada equipo de producción. Estas actividades deben estar alineadas con los principios de Mantenimiento Productivo Total (TPM) y serán ejecutadas por el personal operativo con frecuencia diaria.

Alcance:
Todos los equipos instalados en las áreas de producción.

Contenido del Formato:
El formato deberá incluir, como mínimo:

- Nombre del Equipo.
- Área o línea de producción.
- Actividades de mantenimiento diario (limpieza, lubricación, inspección visual, etc.).
- Responsable de ejecución (operador).

Internal

Fecha de modificación: Rev.13...13/12/2024 Página: 1 de 8 Fecha de impresión: 29/01/2019 12:14:00 p.m.	PROCEDIMIENTO PC M 01	 GRAMMER
--	--	---

Nota: Las copias impresas violan el control del documento. Las copias impresas para control de información están desactivadas al día siguiente de la impresión.

Figura 35. Resumen de información añadida en documentación de procedimientos de mantenimiento de IATF 16949.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Después de la revisión de la encargada del control de documentación del Sistema de Gestión de Calidad de la norma IATF 16949, se le añadió un folio al formato de MA correspondiente, mismo que aparece en la parte vertical de la página como pie de página. Con esto se puede decir que, ya es un documento oficial, válido y aplicable forzosamente en las líneas de costura de la Planta I y II. En la figura 36 se observa el folio correspondiente al formato de MA dado por el SGC.

FO M 45 Rev. 00 12/08/2025	FO M 45 Mantenimiento Primer Nivel
------------------------------------	---

Figura 36. Folio de formato de Mantenimiento Autónomo.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

4.4 Capacitación impartida a operadores de todas las áreas productivas

Siendo oficial, aplicable y avalado por el Sistema de Gestión de Calidad de la planta, el formato de Mantenimiento Autónomo fue indispensable darle una capacitación a las y los operadores de las líneas de costura respecto a este nuevo documento.

La capacitación se realizó a las distintas líneas de producción en el área de costura, según la planeación en un diagrama de Gantt realizado por el autor del presente documento. Dicho diagrama se observa en la figura 37, donde según el día se capacitaban a distintas operadoras y operadores de las líneas correspondientes. Una vez terminado el diagrama se necesitó de la aprobación del coordinador de mantenimiento en la Planta II.

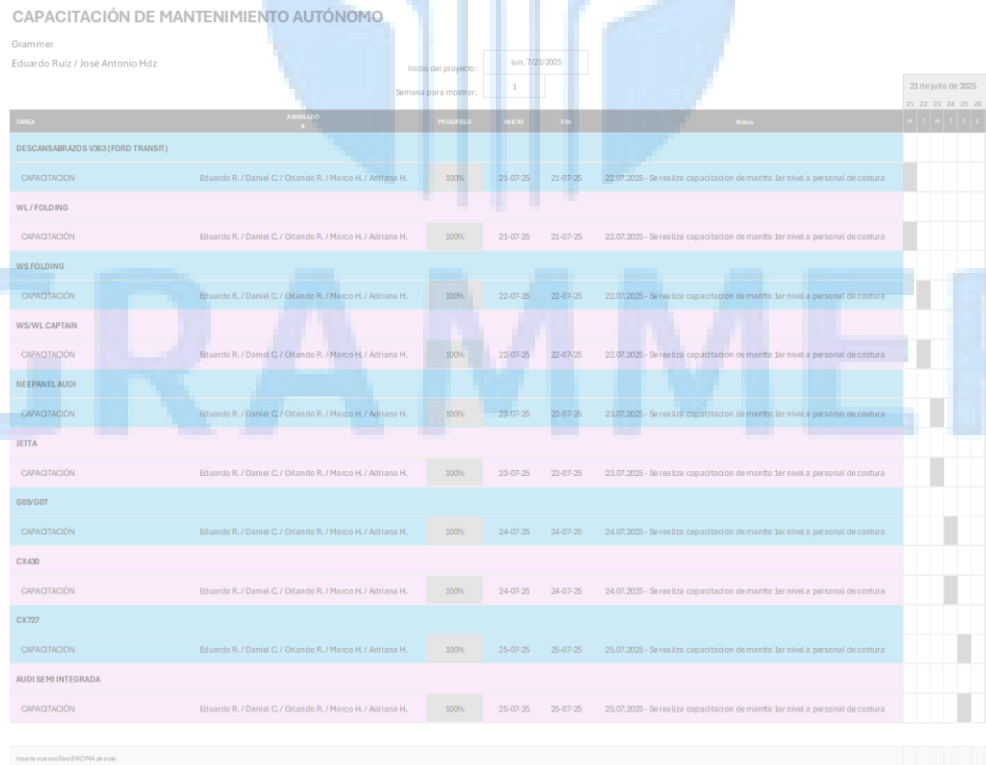


Figura 37. Diagrama de Gantt para capacitación de formato de Mantenimiento Autónomo en costura.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

En primer lugar, se les explicó la diferencia respecto a su checklist de puesta a punto de la máquina (formato de producción), ya que la gran mayoría tenía la idea errónea de que este documento supliría al mencionado al inicio de este párrafo. El checklist de producción simplemente es un formato donde responden con un símbolo si su equipo cuenta o no con los debidos requerimientos para su óptima operación, es decir, es visual. Sin embargo, el formato de Mantenimiento Autónomo cuenta con actividades explícitas que las y los operadores tienen que realizar en un período de 15 minutos al finalizar el turno y que califican los operadores del turno siguiente; principalmente se trata de tareas de limpieza, inspección y lubricación.

De igual manera, se les explicó cada una de las actividades del formato y las diferencias de las actividades según las marcas y los modelos de las distintas máquinas. A cada persona le tocaría un formato según la marca y el modelo de su máquina, es por ello que fue indispensable que revisaran de forma impresa los formatos e hicieran las dudas o preguntas pertinentes respecto a las actividades y su descripción. En la figura 38 se observa evidencia de este período de capacitación al personal de las líneas de costura respecto al formato de Mantenimiento Autónomo.



Figura 38. Evidencia de capacitación del formato de Mantenimiento Autónomo.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Al finalizar, las y los operadores de costura tenían que firmar un formato con su nombre completo y firma para tener una evidencia de que recibieron la capacitación y están enterados de la existencia y el correcto uso del documento de Mantenimiento Autónomo. En la figura 39, se observan los formatos llenos con el nombre y la firma de los distintos operadores que recibieron la capacitación.

GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA, S.A DE C.V.
Lista de Asistencia

Nombre del Curso: Mantto 1er Nivel Fecha: 22/07/25
Curso: Interno Externo ☐ H: Inicio: 9:20 H: Término: 9:35

OBJETIVO:

No.	No. Nómina	Nombre (s) y apellidos	Área/Departamento	Firma
1			Ford	
2			Ford	
3			Ford	
4			Ford	
5			Ford	
6			Ford	
7			Ford	
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14			Producción	
15				
16				

Nombre y Firma del Instructor: [Firma]

Hrs. Duración del curso
Total De Personal Entrenado
Total Horas Hombre

Internal

GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA, S.A DE C.V.
Lista de Asistencia

Nombre del Curso: Mantto 1er Nivel Fecha: 22/07/25
Curso: Interno Externo ☐ H: Inicio: 9:40 H: Término: 9:45

OBJETIVO:

No.	No. Nómina	Nombre (s) y apellidos	Área/Departamento	Firma
1			WL Folding	
2			WL Folding	
3			WL-75 Folding	
4			WL-75 Folding	
5			WL-75 Folding	
6			WL-75 Folding	
7			WL-75 Folding	
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				

Nombre y Firma del Instructor: [Firma]

Hrs. Duración del curso
Total De Personal Entrenado
Total Horas Hombre

Internal

Figura 39. Evidencia de nombre y firma de enterados de las y los operadores de costura del formato de MA.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

4.5 Inicio de mantenimiento autónomo y seguimiento mediante auditorías

En el mes de agosto se le dio inicio al llenado de formatos de mantenimiento autónomo. Según las capacitaciones, los operadores empezaron a realizar tareas de inspección, limpieza y lubricación de sus equipos. Es por ello que, fue necesario destinar un espacio físico para archivar el historial de llenado de dichos formatos. Prueba de ello se muestra en la figura 40, formatos llenos desde el mes de agosto archivados en una carpeta según el mes y la línea de costura.



Figura 40. Evidencia de registro físico de formatos de MA desde el mes de agosto.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Por otro lado, una manera de verificar la correcta ejecución de las actividades de mantenimiento autónomo por parte de los operadores es el uso de un documento de auditoría por parte de los técnicos de costura. Dicho formato también fue realizado por le presente autor del trabajo de residencia profesional. En la figura 41, se observa el formato de auditoría que utilizan los técnicos periódicamente para evaluar las tareas de mantenimiento autónomo.

PLANTA II	GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA, S.A. DE C.V.	FORMATO DE SEGUIMIENTO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
-----------	--	---	---

Nombre del auditor:		
Nombre del responsable del equipo:		
Fecha:	Máquina y/o equipo:	Departamento:

<i>Lista de Verificación</i>			
Categoría	Ítem a Evaluar	¿Cumple?	Observaciones
Limpieza de cárter	El equipo está limpio y libre de residuos en el cárter.	Si No	
	Se realiza la lubricación según plan definido.	Si No	
Correcto funcionamiento de devanador	El devanador funciona en las dos posiciones permisibles.	Si No	
Limpieza de discos de tensión	Los discos de tensiones están limpios y libres de residuos.	Si No	
Ajuste de tensiones	Las tensiones están calibradas correctamente.	Si No	
	Los botones de las tensiones en el panel de control se encuentran en buen estado.	Si No	
Checar y rellenar nivel de aceite	La mirilla no se encuentra en color rojo (señal de bajo nivel de aceite).	Si No	
	El indicador luminoso de la mirilla funciona de forma adecuada.	Si No	
Lubricación de garfio	El rol del gancho se encuentra aceitado.	Si No	
	La tapa lateral funciona correctamente.	Si No	
Revisión o cambio de opresor	El opresor es funcional (no está dañado).	Si No	
Correcto funcionamiento de lámpara	La lámpara funciona en las dos posiciones permisibles.	Si No	
	El interruptor, el sistema de iluminación y la carcasa de la lámpara se encuentran en buen estado.	Si No	

<i>Evaluación Global</i>				
Check	Escala de cumplimiento	Porcentaje de cumplimiento	Evaluación General	Recomendaciones
	12 a 13 rubros con SI	90% - 100%	Excelente, se mantiene el estándar	
	9 a 11 rubros con SI	70% - 89%	Aceptable, pero requiere seguimiento	
	8 o menos rubros con SI	Menos del 70%	Crítico, se requiere acción inmediata	

<i>Plan de Acción</i>			
Hallazgo	Acción Correctiva	Responsable	Fecha compromiso

Figura 41. Formato de auditoría de Mantenimiento Autónomo.
Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

A su vez, se diseñó un calendario para las máquinas que serían auditadas según la semana en curso. En la figura 42, se muestra evidencia del formato de dicho calendario para que los técnicos evalúen el desempeño de los operadores en el uso del formato del mantenimiento autónomo.



PLAN DE AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO EN C

No.	Máquina	Descripción	Tipo de Equipo	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
				SEN 27	SEN 28	SEN 29	SEN 30	SEN 31	SEN 32	SEN 33	SEN 34	SEN 35	SEN 36	SEN 37	SEN 38	SEN 39	SEN 40	SEN 41	SEN 42
1	GAP-VS-AR-DR430		EQUIPO DE COSTURA																
2	GAP-BMV-DR-727		EQUIPO DE COSTURA																
3	GAP-VL74 AR-DR538		EQUIPO DE COSTURA																
4	GAP-VL74 AR-DR511		EQUIPO DE COSTURA																
5	GAP-VS-AR-DR428		EQUIPO DE COSTURA																
6	GAP-VL74 AR-DR519		EQUIPO DE COSTURA																
7	GAP-VL75 ARCC-DR453		EQUIPO DE COSTURA																
8	GAP-867212768-V363		EQUIPO DE COSTURA																
9	GAP-VL74 AR-DR519		EQUIPO DE COSTURA																
10	GAP-BMV-DR721		EQUIPO DE COSTURA																
11	GAP-VL75 AR-DR631		EQUIPO DE COSTURA																
12	GAP-VL75 AR-DR291		EQUIPO DE COSTURA																

Figura 42. Calendario de auditoría de formato de Mantenimiento Autónomo.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

4.6 Levantamiento y compra de piezas para refurbishment de líneas

Se tenía en vista el proyecto de comprar refacciones para las máquinas de todas las líneas de costura por el incremento de RPM's tras la última visita del personal de mayor nivel jerárquico de la empresa. Se realizó un diagrama de Gantt del levantamiento de refacciones necesarias según la línea de costura y el tipo de máquina, mismo que se observa en la figura 43.

Incremento de RPM's

Grammer

Eduardo Ruiz / Jose Antonio Hdz



Figura 43. Diagrama de Gantt de levantamiento de refacciones y aumento de RPM's por línea de costura.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

En primera instancia se hizo una lista de las refacciones críticas según las máquinas de cada línea, mismas que se observan en la figura 44, donde se graficaron también las de mayor valor económico, según precedentes del pedido de dichas piezas con diferentes proveedores.

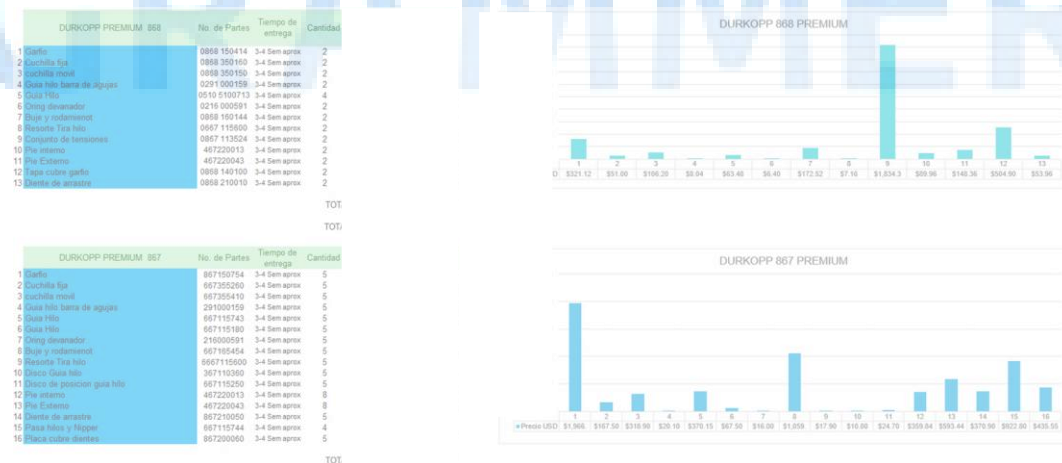


Figura 44. Listado de refacciones críticas, producto del levantamiento planeado en el diagrama de Gantt.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

4.7 Orden de almacén tras compra de piezas para refurbishment

Por cuestiones ajenas al departamento de mantenimiento, el proyecto del refurbishment se ha visto retrasado por diversas razones. Sin embargo, fue indispensable organizar el almacén de refacciones para la captura de estas en el nuevo software de mantenimiento.

El almacén de refacciones no se encontraba en mal estado. Sin embargo, existía poca identificación de las piezas, falta de limpieza entre los estantes (específicamente acumulación de polvo) y refacciones trascendentes de los equipos. En las imágenes de la figura 47 se observa estado del almacén de refacciones antes de su limpieza, identificación, acomodo de las pocas nuevas refacciones e inventario de estas.

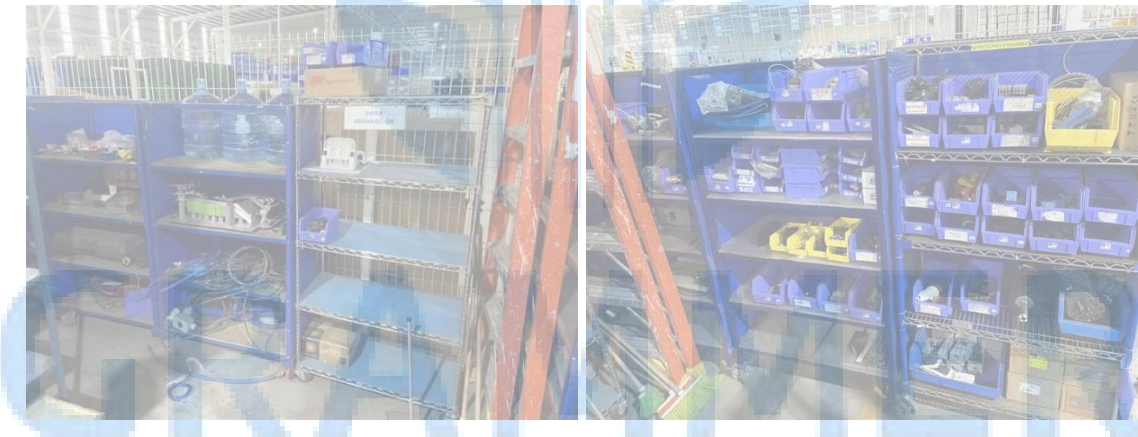


Figura 47. Estado de almacén de refacciones antes de limpieza, nueva identificación, acomodo de nuevas piezas e inventario.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

El primer paso fue la limpieza y acomodo de elementos solamente necesarios e indispensables en el almacén de refacciones. Eso implicó acomodar en “la guarida” (otro almacén de equipos obsoletos) máquinas o piezas sin funcionalidad aún presentes en la empresa.

El siguiente paso fue el nuevo etiquetado de identificación de los estantes para las refacciones de las distintas áreas productivas. El nuevo programa de mantenimiento requiere de

información específica respecto a las piezas, es por ello que se ha llevado a cabo este paso. En la figura 48 se observa el resultado de las nuevas etiquetas en los estantes.



Figura 48. Etiquetado de estantes de refacciones.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

4.8 Registro de equipos y planes de mantenimiento en EasyMaint

Otra de las tareas que más tiempo consumió de este proyecto de residencia profesional fue el manejo, familiarización y uso del nuevo software de mantenimiento. Todo comenzó desde los primeros días del autor como residente en la empresa, donde se le indujo a cursos de capacitación del programa en cuestión.

Después, se hizo un listado general de los equipos con información relevante que sería usada y cargada en el programa. Para ello fue necesario dar varias vueltas a lo largo y ancho de la empresa, ya que incluso se cargarían los equipos fuera de línea, mismos que podrían ser utilizados en nuevos proyectos. En la figura 49 se observa el listado utilizado para capturar la información de mayor valor de los equipos. Cada color refiere a una línea productiva distinta dentro de la empresa.

Figura 49. Listado de equipos actuales de la Planta II.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

No fue hasta la onceava semana de residencias que se cargaron los equipos con toda la información recabada, incluso se les añadió una imagen (en caso de informes generales del equipo) y se les generó un código QR indispensable para la identificación y alta de trabajos correctivos en las distintas áreas productivas de la Planta II. Es destacable que el programa sería utilizado por ambas plantas ubicadas en Tetla, es por ello que, fue necesario identificar los equipos de la Planta II con una simbología de “PT2” al comienzo de cada nombre de ID. En la figura 50, se observan los equipos cargados de la planta junto con un ejemplo de código QR de un equipo perteneciente a dicha empresa.

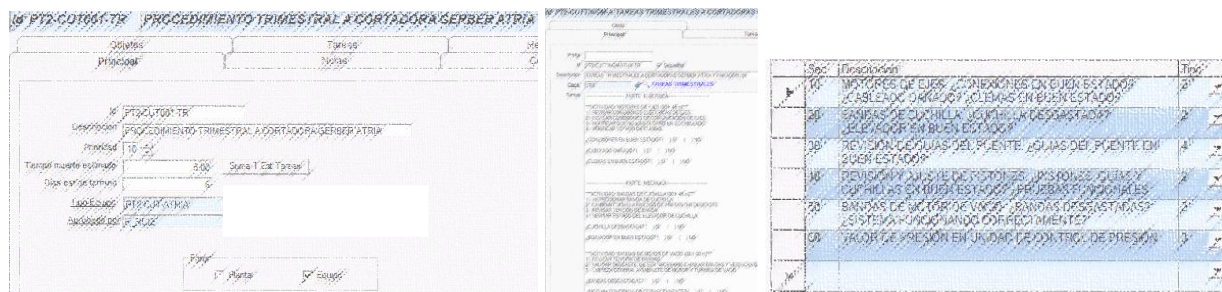
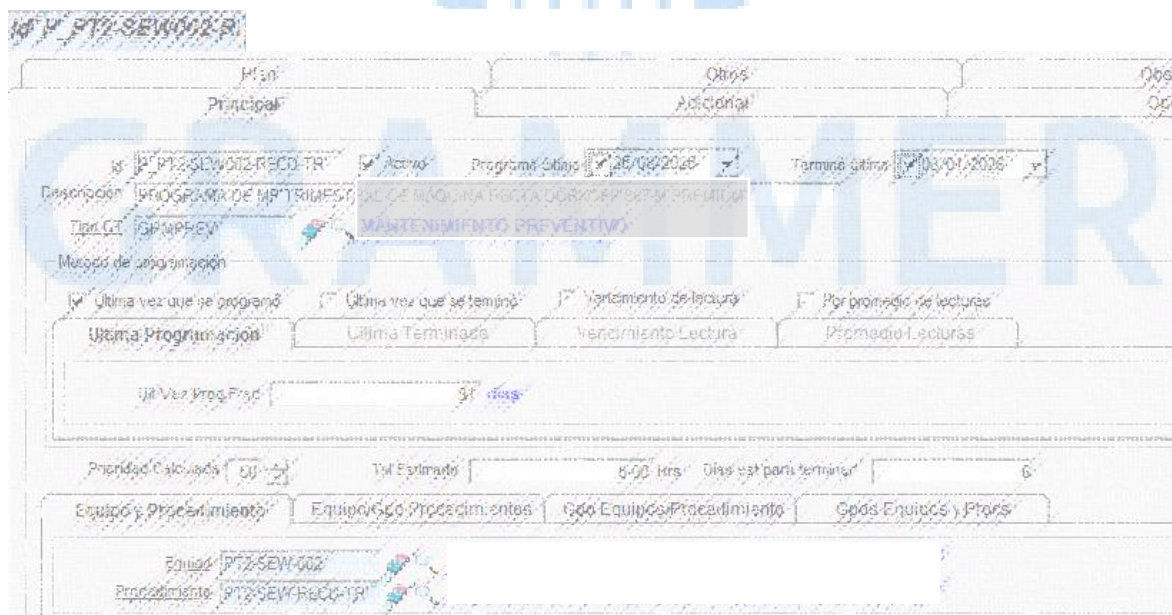


Figura 51. Procedimiento de una cortadora CNC y detalles de la pestaña de “Tareas”.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Posteriormente, se generaron los programas de mantenimiento preventivo correspondientes para los diversos equipos, determinando la frecuencia (actualizada) y planeando las fechas para la presencia de órdenes preventivas según el calendario anual de primer y segundo semestre de mantenimiento preventivo. En la figura 52 se observa un ejemplo de programa de mantenimiento preventivo, junto con la frecuencia (mostrada en la pestaña de “plan”) y la concordancia con el calendario de trabajos preventivos antes mencionado.



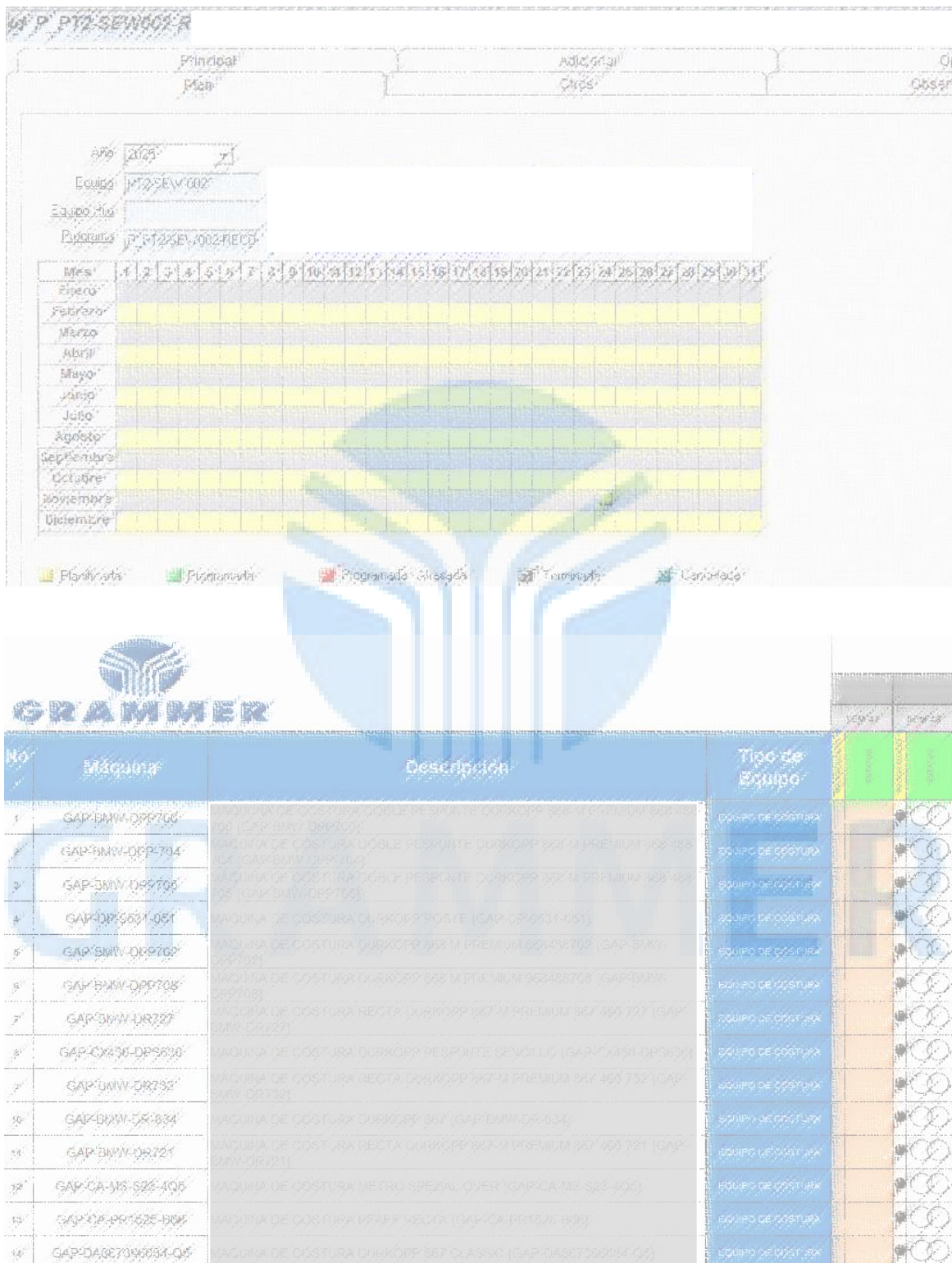


Figura 52. Programa y plan de mantenimiento preventivo de una máquina de costura.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

4.9 Pruebas de programas de mantenimiento preventivo con EasyMaint

En el catálogo de “planificación” en la pestaña de “planificador” se pueden generar las órdenes de trabajos preventivos, estas una vez creadas ya no pueden eliminarse (solo modificarse). Según la semana, aparecen en la “App Mobile EasyMaint” (disponible para celular), como “trabajos de la semana”. Aquí los técnicos (desde el celular proporcionado por la empresa) pueden asignarse a las órdenes de mantenimiento preventivo según su área. Ellos pueden editar cualquier rubro del menú disponible de las órdenes de trabajo y a su vez, cambiar constantemente el estado de la orden de trabajo de forma digital, para que de forma automática, la aplicación considere el Tiempo Muerto. En la figura 53 se observa una recopilación de imágenes correspondientes a los aspectos mencionados a lo largo del párrafo.

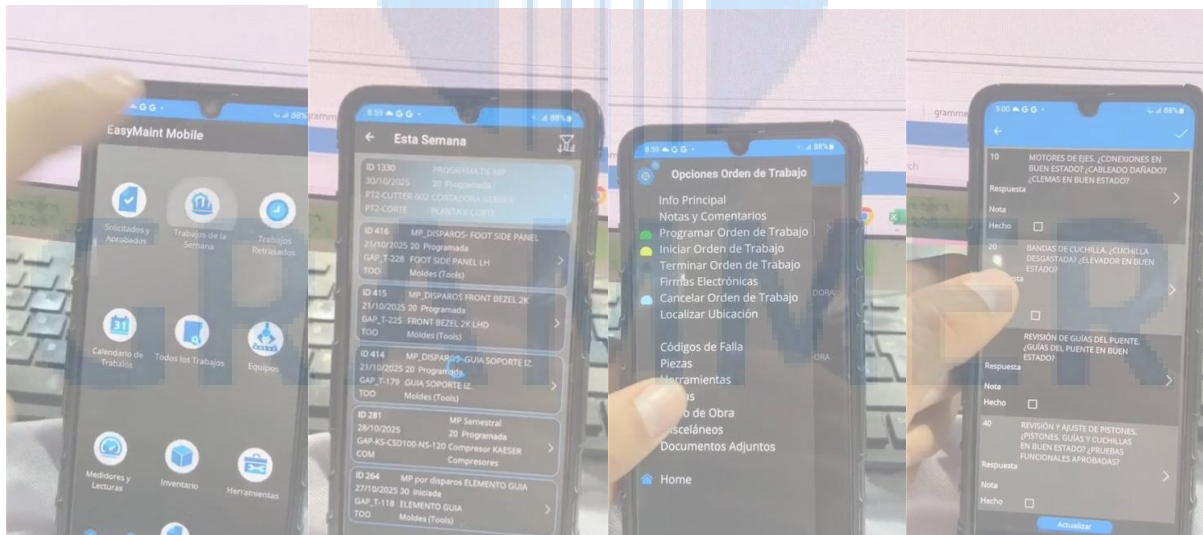


Figura 53. Recopilación de paso para seguimiento de órdenes preventivas en nuevo software.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Existen dudas del equipo de Planta I respecto al uso y gestión de las órdenes de mantenimiento preventivo del nuevo software. Especialmente, el apartado de “Tareas”, estas tienen que implementarse de una forma amigable para los técnicos, específicamente para que les permita ingresar la información pertinente y relevante al atender sus órdenes. Por este motivo se realizó un pequeño vídeo para el equipo de dicha planta por parte del autor, buscando proponer la estandarización del modo de presentación de las actividades o tareas de mantenimiento en los procedimientos de los programas de mantenimiento preventivo. El vídeo se aloja en la siguiente URL: <ImportedSegment.783572574.115958.mov>

4.10 Implementación de mantenimiento correctivo con EasyMaint App Mobile

La idea de implementación del nuevo software para la gestión de trabajos correctivos es la siguiente: los usuarios de EasyMaint dan de alta en el catálogo de contactos a los diversos líderes de las líneas productivas, estos serán los responsables de utilizar la aplicación “EasyMaint Request” en un dispositivo de escritorio o móvil (celular o computadora) para solicitar un trabajo correctivo, describiendo la falla y anotando el correo del técnico correspondiente al área.

Posteriormente al técnico correspondiente le llega un correo con la solicitud de trabajo correctivo, este inmediatamente se dirige al equipo correspondiente y le da seguimiento a la orden con la App Mobile de EasyMaint. La interfaz es la misma que en los trabajos preventivos, sin embargo, se ha acordado en el departamento (como una idea unificada) que los correctivos tendrán amplio criterio para los comentarios de los técnicos, ya que existen tantos modos de falla, así como de posibles soluciones. En la figura 54 se expone una recopilación de imágenes correspondientes al procedimiento explicado de un trabajo correctivo.

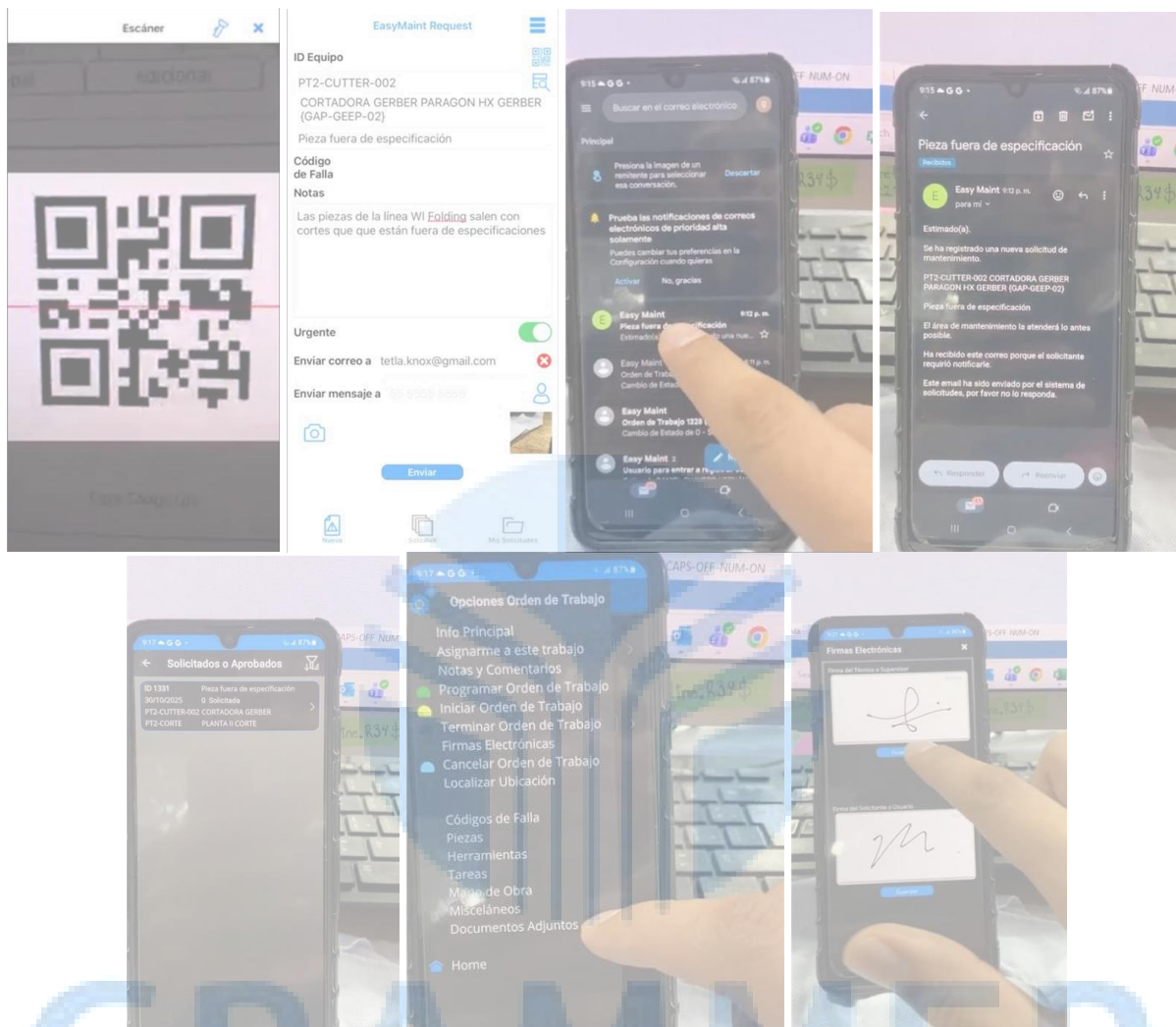


Figura 54. Recopilación de evidencias de procedimiento de solicitud y atención a orden correctiva.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Se anexa la dirección de alojamiento de dos vídeos: uno que explica todo el procedimiento mencionado a lo largo de este apartado del presente proyecto respecto a la solicitud de los trabajos correctivos en el nuevo software: [original-1CB72569-7868-4CC9-8FBE-B1448E7E6761.mp4](https://www.youtube.com/watch?v=original-1CB72569-7868-4CC9-8FBE-B1448E7E6761.mp4)

Y otro respecto a la atención de dichas solicitudes correctivas: [IMG_0690 1.MOV](https://www.youtube.com/watch?v=IMG_0690_1.MOV)

4.11 Documentación y entrega de memoria técnica de residencia profesional

El día 19 de noviembre del presente año se realizó la primera visita con el asesor interno (del Instituto Tecnológico de Apizaco) para una evaluación global del presente trabajo. Anteriormente, ya se había tenido contacto con el Dr. Raúl Cortes Maldonado, específicamente el día 23 de octubre, tras el anuncio de su cargo en mi evaluación de desempeño de residencia profesional. Sin embargo, se tuvieron semanas complejas en la empresa al terminar octubre e iniciar noviembre por la espera de una futura auditoría IATF16949.

Si bien, ya se presentó en la primera visita un avance considerable en los rubros de generalidades, marco teórico y desarrollo, se realizaron notas pertinentes respecto al contenido del proyecto en cuanto al aspecto estético y de estructura: se cambió la portada inicial, se colocaron los pies de imagen en un lugar de aspecto visual favorable para el lector y se solicitó el cambio de pequeños aspectos de letra y de explicación de las gráficas presentadas a lo largo de este documento. En la figura 55 se observan algunos de los cambios que se sugirieron en este primer acercamiento y revisión del documento ya antes mencionado. Entre ellos se encuentran: cambio de portada, cambio de lugar de pie de imagen, agrandamiento de letra, adición de título de gráfico y de ejes, etc.



Figura 55. Cambios sugeridos en primera revisión de residencia.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

El día 8 de diciembre del presente año se realizó la segunda visita con el asesor interno para una nueva evaluación global del presente trabajo. En esta ocasión, se recomendaron nuevas correcciones en palabras específicas del trabajo, así como la transcripción y traducción del diagrama del procedimiento necesario para la ejecución de una orden de trabajo de mantenimiento, así como una tabla de los siete pasos para la implementación del mantenimiento autónomo. En la figura 56 se observan los cambios descritos en el presente párrafo, así como evidencia puntual de la revisión hecha por el asesor interno.

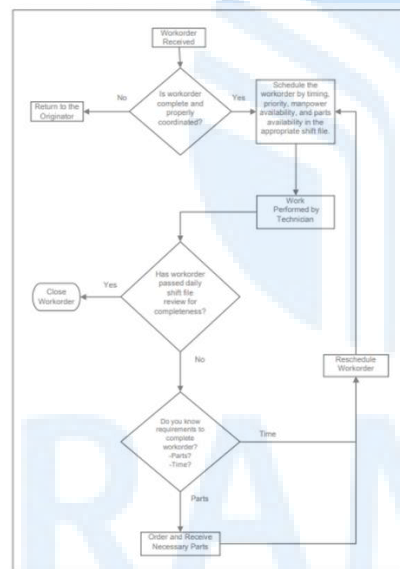


Figura 17. Flujo de orden de trabajo planificada.
Obtenido de Gross (2002).

Step	Name	Activities
1	Clean and inspect	Eliminate all dirt and grime on the machine, lubricate, tighten bolts, and find and correct problems.
2	Eliminate problem sources and inaccessible areas	Correct sources of dirt and grime; prevent spattering and improve accessibility for cleaning and lubrication. Shorten the time it takes to clean and lubricate.
3	Draw up cleaning and lubricating standards	Write standards that will ensure that cleaning, lubricating, and tightening can be done efficiently. (Make a schedule for periodic tasks.)
4	Conduct general inspections	Conduct skills training with inspection manuals and use general inspections to find and correct slight abnormalities in the equipment.
5	Conduct autonomous inspections	Prepare standard check sheets for autonomous inspections. Carry out the inspections.
6	Standardize through visual workplace management	Standardize and visually manage all work processes. Examples of standards needed: • cleaning, lubrication, and inspection standards • shop floor materials flow standards • data recording method standards • tool and die management standards
7	Implement autonomous equipment management	Develop company policies and objectives; make improvement activities part of everyday practice; keep reliable MTBF (mean time between failures) data; analyze it, and use it to improve equipment.

Figura 19. Los siete pasos del Mantenimiento Autónomo.
Obtenido de Dillon (1997).

Para abordar este reporte de proyecto de residencia profesional se estructura la información de la siguiente manera: en el capítulo I se presenta de forma clara y concreta la problemática que se pretende solucionar, respondiendo a cuestiones sobre el qué, para qué, dónde y por qué. En el capítulo II se plasman los fundamentos teóricos pertenecientes a los tópicos más relevantes de este estudio: el mantenimiento autónomo y la digitalización del mantenimiento preventivo, aquí se abordan los subtemas principales que ayudan a comprender al presente lector los conceptos y teorías en que respaldan el presente trabajo. Por su parte, en el capítulo 3 se desarrollan brevemente cada una de las actividades planeadas en el cronograma justificando su realización. En el capítulo 4, se muestran los resultados del proyecto de residencia profesional, así como su interpretación. Después, en el capítulo 5 se describen las conclusiones de este proyecto, seguido de recomendaciones y la redacción de la experiencia profesional requerida. Por último, en el capítulo 6 se detallan las competencias desarrolladas y/o aplicadas en este periodo de residencia profesional. Por último, en los capítulos 7 y 8 se añaden las fuentes de información consultadas para el sustento teórico, así como los anexos correspondientes al presente trabajo.

Figura 56. Cambios sugeridos en la segunda revisión de documento de residencias.

Elaboración propia con información interna de Planta II (2025).

Capítulo V: Conclusiones

La residencia profesional es una gran oportunidad de poner en práctica todos los conocimientos aprendidos por medio de la carrera universitaria. La presente sección se enfoca en dar conclusiones pertinentes respecto al contenido del presente proyecto implementado en la Planta II:

- Los formatos de mantenimiento autónomo permiten a los operadores involucrarse en tareas o actividades básicas de limpieza y lubricación que sirven para largar la vida útil de sus equipos disminuyendo la presencia de paros no programados, mismos que alcanzaron su pico en el mes de julio y a partir de ahí, se ha presentado una tendencia a la baja. Sin embargo, no solo se busca disminuirlos sino erradicarlos en la medida de la posible para evitar conflictos en áreas dependientes.
- Un proceso de capacitación planeado adecuadamente y ejecutado de una manera asertiva permitió a los empleados comprender la necesidad del mantenimiento autónomo en su equipo y llevarlo a cabo en este. Sin embargo, el seguimiento a las dudas (en la marcha) de las y los operadores son trascendentales para mejorar los formatos y evitar posibles conflictos por conocimiento vago de las actividades (especialmente en procesos de auditoría).
- La eficiencia global de los equipos se ve impactada directamente por el uso del mantenimiento autónomo en las líneas de costura, contando con un último registro en el mes de octubre del 85%, aunque es destacable que no solo se debe a este rubo, sino también a la implementación de demás mejoras en el aspecto preventivo y correctivo.
- Un almacén acomodado y con una identificación entendible permite a los técnicos ahorrar tiempos en el uso de refacciones intercambiables en los equipos. Y no solo eso, sino que

también hizo más fácil la ubicación de piezas a partir de la descripción mostrada en el nuevo software.

- Implementar herramientas digitales en el departamento de mantenimiento favorece a las exigencias del mantenimiento 4.0 presente en la actual industria 4.0, permite monitorear de mejor manera las fallas de los equipos, así como de controlar eficientemente el registro de las tareas de mantenimiento realizadas tanto de forma preventiva como correctiva.
- El manejo de herramientas digitales para la estandarización de información (en mantenimiento) permite generar un impacto ecológico favorable al imprimir menos en hojas de papel que, con el paso de los años solamente se convierten en parte del “archivo muerto” de la empresa, además se disminuyen costos en este rubro de “papelería”.
- El uso de habilidades sociales y de conocimientos aprendidos en el aula permiten generar una comunicación funcional en el departamento de mantenimiento para comprender a los equipos y sus posibles fallas, además de reportarlas con respaldo de información técnica confiable.

GRAMMER

Recomendaciones

El presente trabajo está abierto a mejoras en el formato de mantenimiento autónomo y la gestión del departamento a partir del nuevo software. Algunas opciones podrían ser:

- Robustez en la auditoría del mantenimiento autónomo con sanciones en algún rubro para forzar a la implementación efectiva del mismo, ya que en muchas ocasiones las y los operadores solo llenan el formato sin realizar las actividades, esto para evitar llamadas de atención.
- Mejora de planes de mantenimiento preventivo a partir de la consultoría o asesoría directamente de los proveedores en visitas en la empresa.
- Creación de órdenes de mantenimiento correctivo a partir de dispositivos móviles dirigidos especialmente para las líneas productivas, evitando que al implementarse los técnicos pierdan tiempo generando la orden desde su celular.
- Manejo y control de almacén por medio de la app y el uso de alertas automáticas para solicitarle a los proveedores el refaccionamiento desde la app, evitando triangulaciones con terceros.
- Implementación del mantenimiento autónomos en las líneas de corte y en ensamble en la fase de transición hacia un entorno con mayor automatización de procesos.

Experiencia profesional adquirida

Este período de prácticas me permitió tener un primer acercamiento con la industria favorable en el departamento de mantenimiento. Fueron muchas las actividades, tareas y errores, mismos que me permitieron adquirir experiencia y algunas habilidades que menciono a continuación:

- Tareas principales de un planeador de mantenimiento, obteniendo información valiosa de los manuales, adaptando las actividades a las capacidades de los recursos disponibles y creación de programas de mantenimiento.
- Actividades básicas en el área de matricería, manejo de herramientas como torno, fresadora, rectificadora, soldadora, grúa viajera, desensamble, ensamble, tareas de limpieza y lubricación en moldes y troqueles.
- Responsabilidad absoluta en el control y manejo de refacciones y el almacén de estas.
- Implementación de sistemas electrónicos automáticos para proyectos de mejora en el departamento de producción, estampado y corte.
- Solución de fallas a partir del análisis de diagramas eléctricos, neumáticos e hidráulicos y pruebas de funcionamiento en los elementos principales de los equipos considerados como causa principal.
- Justificación con información técnica de fallas para los departamentos internos de la empresa y clientes externos directos.

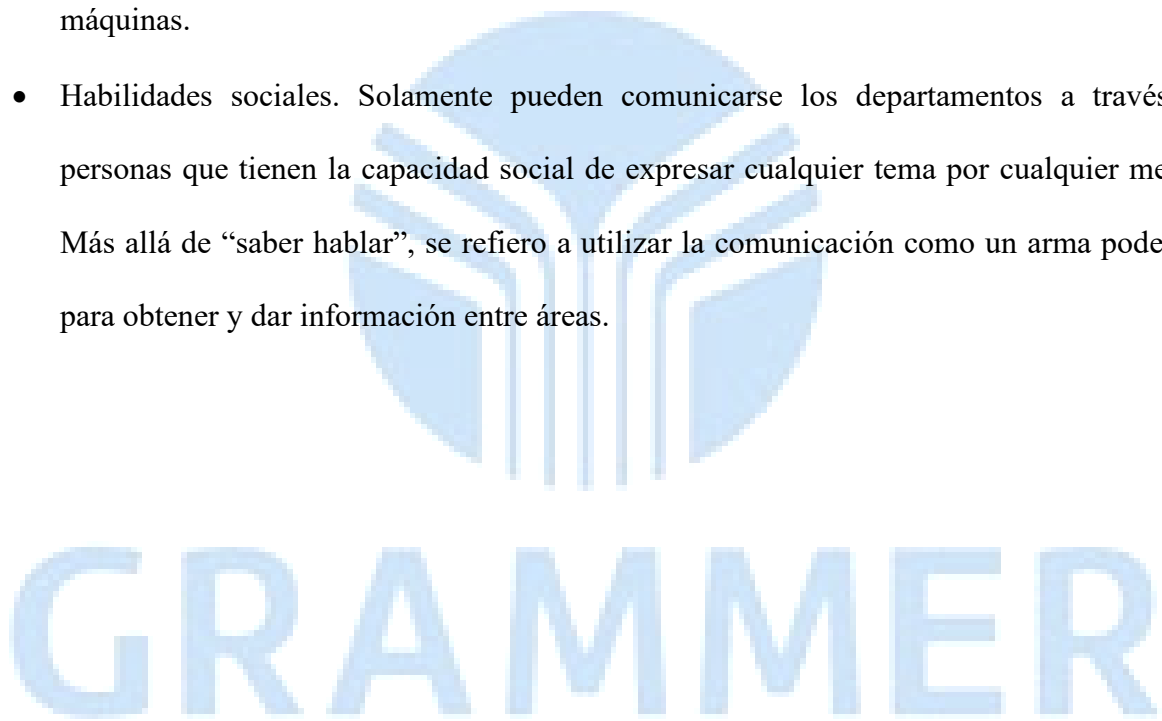
Capítulo VI: Competencias desarrolladas y/o aplicadas

Como futuro ingeniero en sistemas automotrices, la experiencia en una empresa dedicada por completo al giro automotriz me permitió desarrollar habilidades aprendidas en la escuela, en la marcha de la residencia profesional y por cuenta propia del presente autor. A continuación, se mencionan algunas de ellas:

- Conocimientos básicos del TPM. Si bien, el uso de este tipo de metodologías pertenecientes al enfoque Lean Manufacturing no se ve directamente en el aula, es imprescindible tener una idea clara de su conceptualización, ya que solo así se pueden proponer ideas de alto valor para su implementación en un entorno industrial.
- El manejo de la suite de Office en un nivel intermedio-avanzado. La mayoría de las empresas de este giro invierten en herramientas tecnológicas que permiten facilitar el manejo de información y el diseño de formatos, reportes, etc. Sin embargo, Microsoft no solo es Excel, Word y PowerPoint, es por ello que se vuelve indispensable conocer las demás herramientas y su funcionamiento en el sector industrial automotriz.
- Dominio de un segundo idioma. Existen proveedores, manuales, páginas de refacciones, programas, planes y demás elementos en el área de mantenimiento que exigen el dominio de un segundo idioma, específicamente de inglés, ya que es la única manera de poder interactuar con recursos de cualquier índole) para la gestión adecuada de fallas y la prevención de estas.
- Conocimientos básicos en la lectura de diagramas eléctricos, hidráulicos y neumáticos. La mayoría de los equipos industriales trabaja con este tipo de sistemas. Al fallar las máquinas, es indispensable saber interpretar los diagramas de los manuales para realizar pruebas

pertinentes de medición, calibración y ajuste en puntos estratégicos para evitar el aumento de paros no programados con una duración prolongada.

- Manejo de software CAD. En el rubro automotriz, los clientes exigen respuestas y justificaciones respecto a cualquier elemento que perjudique la producción de sus productos, es por ello que, se vuelve indispensable manejar el uso de CAD para fundamentar de forma técnica fallas en elementos (principalmente mecánicos) de las máquinas.
- Habilidades sociales. Solamente pueden comunicarse los departamentos a través de personas que tienen la capacidad social de expresar cualquier tema por cualquier medio. Más allá de “saber hablar”, se refiere a utilizar la comunicación como un arma poderosa para obtener y dar información entre áreas.



GRAMMER

Fuentes de información

- FasTrak SoftWorks, Inc. (febrero de 2019). *THE DEFINITIVE GUIDE TO CMMS ACQUISITION & IMPLEMENTATION*. Obtenido de FTMAINTENANCE: <https://ftmaintenance.com/wp-content/uploads/2019/02/Definitive-Guide-to-CMMS-Implementation.pdf>
- Abdelkafi, N., Bekkers, R., Bolla, R., Rodríguez, A., & Wetterwald, M. (2021). Understanding ICT Standardization. *ETSI*, 5-280.
- Abesoft Technologies, S. de R. L. de C. V. (2024). *EasyMaint CMMS-EAM*. Obtenido de Abesoft Technologies, S. de R. L. de C. V.: https://www.easy-maint.net/images/EasyMaint_Cmms_Maintenance_Software_English.pdf
- Acharya, M., Kloepper, B., Harding, J., & Goldschmidt, T. (2018). *United States Patente n° US10331119B2*. Obtenido de <https://patents.google.com/patent/US10331119B2/en?q=US10331119B2>
- Alves, V. (2021). *Process Digitalization Methodology: A Case Study at EFACEC Service Business Unit*. Oporto, Portugal: UOPORTO.
- Bonifácio, M., & Martins, A. (2021). Results of the application of autonomous maintenance in the mitigation of waste generation: Case study in a footwear company in Jaú/SP. *SciELO*, 19-55. doi:<https://doi.org/10.1590/1806-9649-2020v28e5519>
- Borris, S. (2006). *Total Productive Maintenance*. United States of America: McGraw-Hill. doi:10.1036/0071467335

- Brouthers, K., Ascencio, C., Benmamoun, M., & Alhorr, H. (2025). Digital standardization vs. adaptation: Mitigating the liability of outsidership – A literature review. *International Business Review*, 20-50. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2025.102487>
- CEPI. (2022). *DIGITALIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL*. Obtenido de CEPI: https://www.eoi.es/sites/default/files/2022-11/Digitalizacion-BVT1-T2-2022_ok.pdf
- Dillon, A. (1997). *Autonomous Maintenance for Operators*. USA: Taylor & Francis Group.
- EasyMaint LLC. (2025). *EasyMaint Keep it simple*. Obtenido de EasyMaint LLC: <https://www.easy-maint.net/es/>
- EasyMaint Software. (2025). *Software de Mantenimiento Industrial (CMMS)*. Obtenido de EasyMaint Software: <https://www.easymaint.net/>
- ENGEMAN. (2 de enero de 2025). *La informatización del mantenimiento garantiza impactos positivos*. Obtenido de ENGEMAN: <https://blog.engeman.com/es/informatizacion-del-mantenimiento/>
- FIIX. (2020). *CMMS implementation guide*. Obtenido de FIIX: <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/433051/FIIX%20-%20Downloadable%20Content/FIIX%20-%20cmms-implementation-guide.pdf>
- Gallego, S., & Arboleda, Y. (2019). Implementación del mantenimiento autónomo a las herramientas neumáticas de la línea de ensamble de la empresa AUTEKO MOBILITY SAS. *ITM*, págs. 1-47. Obtenido de <https://files.core.ac.uk/download/pdf/335052257.pdf>

GM Company. (15 de agosto de 2023). *IATF 16949 - Customer Specific Requirements*. Obtenido de GM Company: <https://www.iatfglobaloversight.org/wp/wp-content/uploads/2023/08/IATF-16949-GM-CSR-Aug-2023.pdf>

Gosalbez, E. (5 de junio de 2023). *5 ventajas de la digitalización de un departamento de mantenimiento*. Obtenido de INFRASPEAK: <https://blog.infraspeak.com/es/digitalizacion-departamento-de-mantenimiento/>

GRAMMER AG. (2025). *GRAMMER AG*. Obtenido de <https://www.grammer.com/en/>

Gregolinska, E., Khanam, R., & Lefort, R. &. (2022). Capturing the true value of Industry 4.0. *McKinsey & Company*, 1-8. Obtenido de https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/capturing-the-true-value-of-industry-four-point-zero?utm_source=chatgpt.com#/

Gross, J. (2002). *Fundamentals of Preventive Maintenance*. New York, USA: AMACOM. Obtenido de <https://dl.mpendia.ir/e-books/11-%5BJohn-M.-Gross%5DFundamentals-of-PM%5Bmpedia.ir%5D.pdf>

Guariente, P., Antonioli, I., Pinto, L., Pereira, P., & Silva, F. (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. *Procedia Manufacturing*, 1128-1134. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.174>

Higgins, L., Mobley, R., & Smith, R. (2002). *Maintenance Engineering Handbook*. San Francisco, USA: McGraw Hill. doi:10.1036/0071394524

Infraspeak Team. (28 de noviembre de 2025). *Estadísticas y tendencias de mantenimiento 2025*.

Obtenido de INFRASPEAK BLOG: <https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-estadisticas-desafios-tendencias/>

ITEFY. (1 de septiembre de 2024). *What is CMMS: Uses, Benefits, Examples, and How it Works*.

Obtenido de ITEFY: <https://www.itefy.com/blog/post/what-is-cmms>

Kanika, G., Wasana, B., & Guy, G. (2023). Conceptualizing business process standardization: A review and synthesis. *Schmalenbach Journal of Business Research*, 195-237. doi:<https://doi.org/10.1007/s41471-023-00158-y%0A>

Karki, B., & Porras, J. (2021). Digitalization for sustainable maintenance services: A systematic literature review. *Digital Business*, 1-15. doi:<https://doi.org/10.1016/j.digbus.2021.100011>

Kirchmer, M. (2024). Appropriate Process Standardization. *Scheer*, 1-18.

KIZEO forms. (2025). *5 beneficios de la estandarización de procesos*. Obtenido de KIZEO forms: <https://www.kizeo-forms.com/lat/blog/estandarizacion-de-procesos/>

Koichi, S., Hiroshi, W., Genroku, S., & Hiroyuki, A. (2002). *United States Patente n° US007287188B2*. Obtenido de

<https://patentimages.storage.googleapis.com/3a/1a/7e/a576ffdc067ba6/US7287188B2.pdf>

Lara, A. (2022). CMMS - SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPUTARIZADO. *CMMSshare*, págs. 1-11.

MAPEX. (2025). *Estandarización de procesos: ¿cómo puede la digitalización ayudarte a alcanzar tus objetivos?* Obtenido de MAPEX: <https://mapex.io/news/estandarizacion-de-procesos/>

- Martínez, J. (2018). *Mantenimiento Predictivo*. Cataluña, España: UOC. Obtenido de <https://openaccess.uoc.edu/server/api/core/bitstreams/d428dbbb-3746-42dd-aac9-4beb158489e3/content>
- McCarty, D. (2004). *Lean TPM*. Great Britain: ELSEVIER. Obtenido de https://www.academia.edu/24578342/Lean_TPM_handbook
- McGab, O. (30 de diciembre de 2024). *Process Standardization: A Complete Guide To Unifying Your Company's Procedures*. Obtenido de SweetProcess: <https://www.sweetprocess.com/process-standardization/>
- Mobley, R. (2004). *Maintenance Fundamentals* (2nd ed.). Boston, USA: ELSIEVER. Obtenido de <https://nibmehub.com/opac-service/pdf/read/Maintenance%20Fundamentals-%202nd%20Ed.pdf>
- Montilla, C. (2019). *Mantenimiento Industrial y su Administración*. Pereira, Colombia: UTP. Obtenido de <https://files.core.ac.uk/download/288157713.pdf>
- Montoya, J., Xiang, J., Basnet, S., Karki, B., & Porras, J. (2022). Digital maintenance and the functional blocks for sustainable asset maintenance service – A case study. *Digital Business*, 2, 1-22. doi:<https://doi.org/10.1016/j.digbus.2022.100025>
- Mora, A. (2009). *MANTENIMIENTO - Planeación, ejecución y control*. Ciudad de México: Alfaomega. Obtenido de <https://elvisjgblog.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/11/mantenimiento-planeacion-3b3n-ejecucion-3b3n-y-control-alberto-mora-gutierrez.pdf>

Moyano, C. (2017). Implementación de un Plan de Mantenimiento Autónomo en un Taller Mecánico Industrial. *ESPL*, 1-7.

Olives, R. (2009). *Mantenimiento Preventivo*. Obtenido de GENCAT: https://treball.gencat.cat/web/.content/09_-_seguretat_i_salut_laboral/publicacions/imatges/qp_manteniment_preventiu_cast.pdf

Ramakrishna, K. (1 de marzo de 2016). *How to Set Severity and Priority for a Bug*. Obtenido de Helical IT Solutions: <https://helicaltech.com/how-to-set-severity-and-priority-for-a-bug/>

Sánchez, C. (2004). *IMPACT OF THE FAILURES AND INTERRUPTION IN PROCESS. AN ANALYSIS OF VARIABILITY IN PRODUCTION PROCESSES*. Medellín, Colombia: PRODUCTION PROCESSES. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v72n145/a07v72n145.pdf>

SMEDA. (2020). *Technical Guide "Autonomous Maintenance"*. Obtenido de SMEDA: https://smeda.org/files/Industry%20Support%20Cell/Productivity%20Improvement/Technical_Guide_on_Autonomous_Maintenance.pdf

TRACTIAN. (2023). *El Papel del Jefe de Mantenimiento en la Transformación Digital*. Obtenido de TRACTIAN: <https://traction-webpage.s3.amazonaws.com/ebooks/es/ebook-el-papel-del-jefe-de-mantenimiento-en-la-transformacion-digital.pdf>

Tripathy, R., & Naik, K. (2015). *SOFTWARE EVOLUTION AND MAINTENANCE*. New Jersey, USA: WILEY. Obtenido de [https://www.philadelphia.edu.jo/academics/mtaye/uploads/software-evolution-and-maintenance%20\(1\).pdf](https://www.philadelphia.edu.jo/academics/mtaye/uploads/software-evolution-and-maintenance%20(1).pdf)

UNE. (2018). *Estandarización para la Industria 4.0*. Obtenido de UNE:
https://www.une.org/normalizacion_documentos/Estandarizacion-para-la-industria-4_0.pdf

Vargas, L. (2016). Implementación del pilar "mantenimiento autónomo" en el centro de proceso vibrado de la empresa FINART S.A.S. *UDGJC*, págs. 1-89. Obtenido de UDGJT:
<https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/e4070088-7360-4a62-880b-0d85013ab4ce/content>

Villazán, B., Babé, I., & Medianero, A. (2019). El Mantenimiento Predictivo en la Industria 4.0. *FIJITSU*, págs. 1-37. Obtenido de
https://www.clubexcelencia.org/system/files/migrated/knowledge/documents/files/el_mantenimiento_predictivo_en_la_industria_4.0_.pdf

GRAMMER

Anexos

Anexo 1 - Idea de mejora en joystick de cortadora CNC

[← Back](#)

CABLE, JOYSTICK 

94917001

1,212.64 USD

1 ea [Add to Cart](#)

4 IN STOCK

Note: Product availability is real-time updated and adjusted continuously. The product will be reserved for you when you complete your order.

Product Details

Part Number	94917001
Legacy Part Number	94917000



CONDUCTIVE PLASTIC SINGLE TURN TYPE

CRV16 series

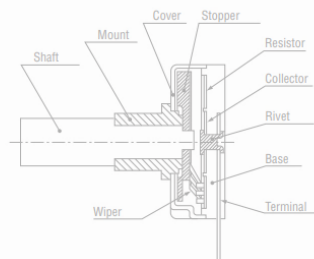
RoHS compliant



FEATURES

- Long life
- Cost effective
- High linearity through precision wire winding
- RoHS compliant

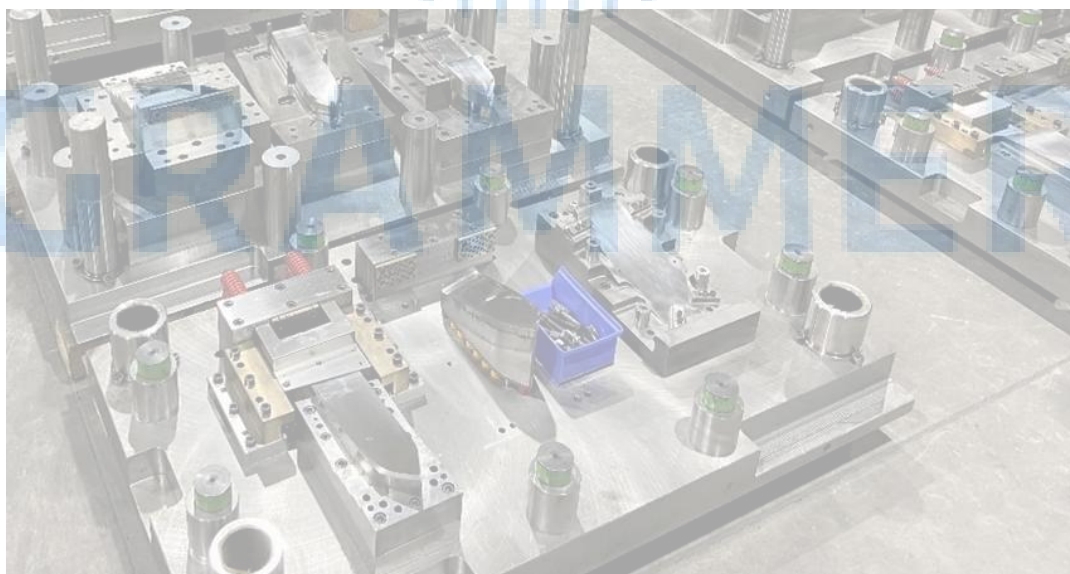
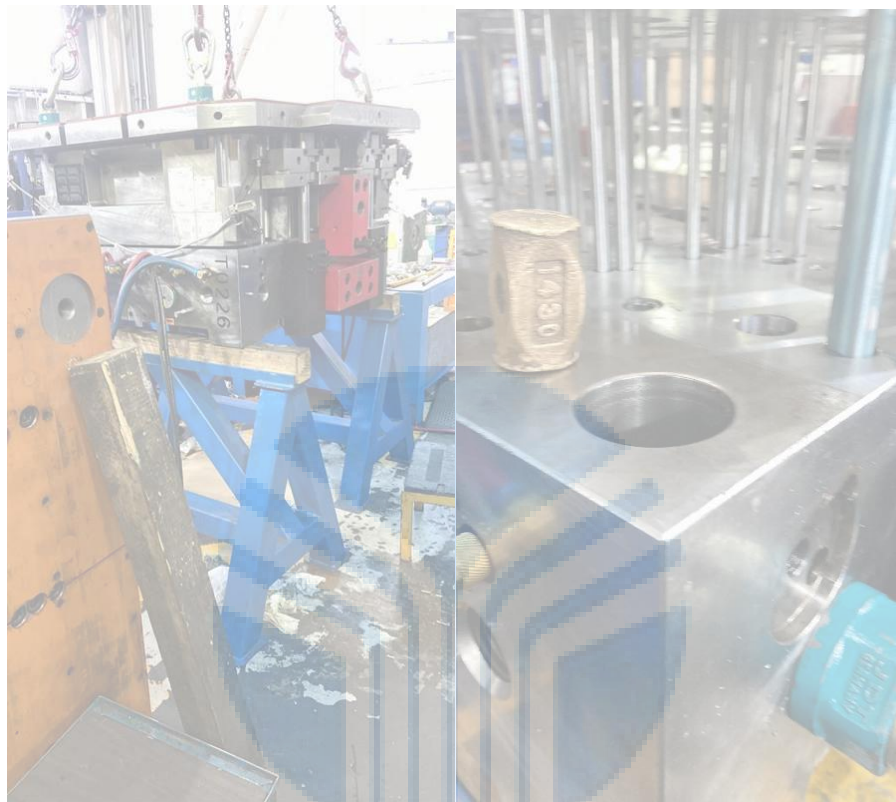
Basic construction
Conductive plastic single turn type



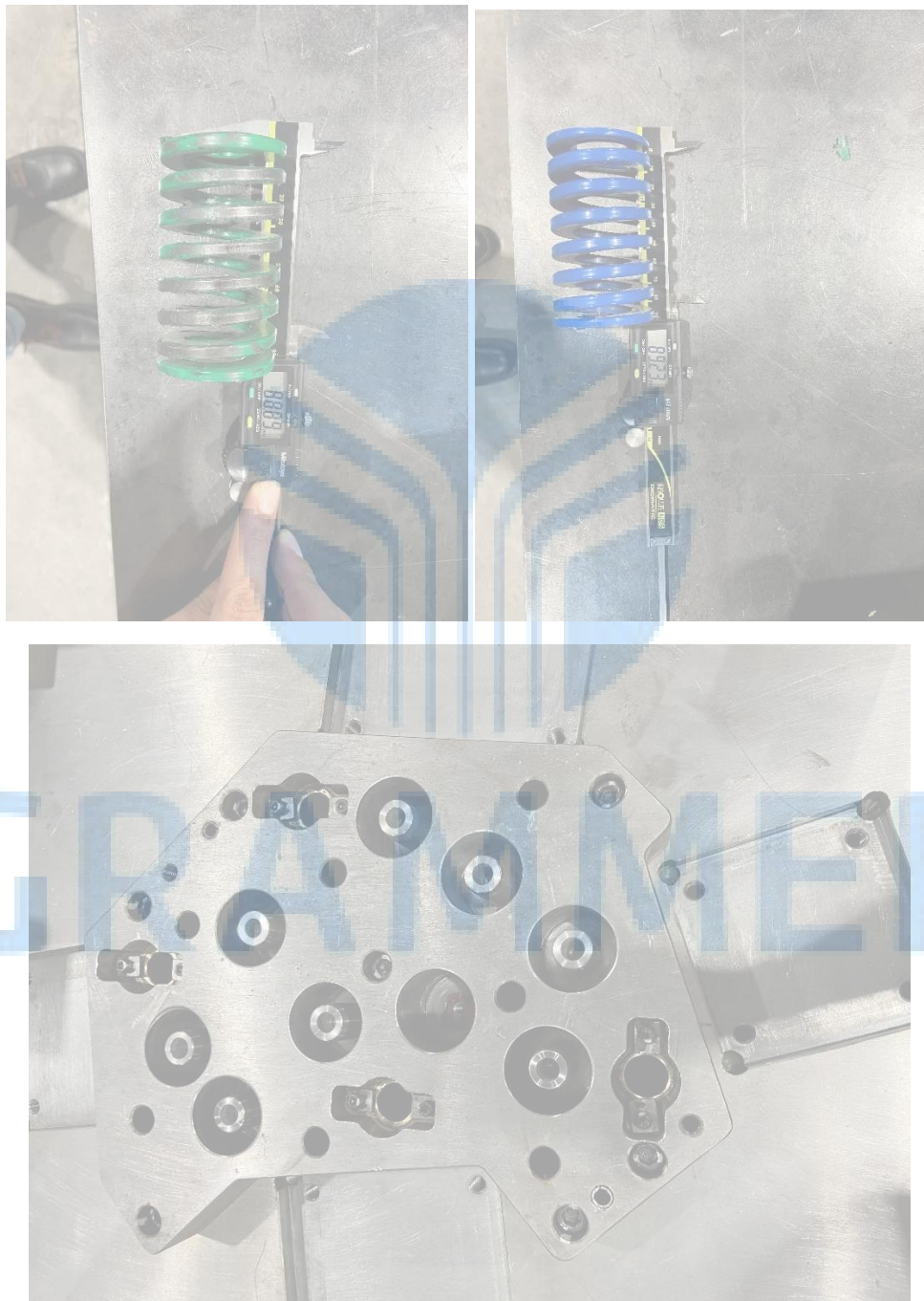
Anexo 2 - Implementación de sistema ANDÓN a cargo del departamento de mantenimiento



Anexo 3 - Aprendizaje de habilidades básicas de matricería



Anexo 4 - Colaboración en fundamento de fabricación de guías y cambio de resortes en troqueles



Anexo 5 - Identificación de sustancias en el taller

IDENTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS (TALLER DE MANTENIMIENTO)									
NUMERO	 GHS 05 CORROSIVO	 GHS 02 COMBUSTIBLE	 GHS 01 EXPLOSIVO	 GHS 09 TÓXICO	 GHS 07 CONTAMINANTE	 GHS 08 TÓXICO (E)	 GHS 03 IRRITANTE	 GHS 05 CORROSIVO	 GHS 02 COMBUSTIBLE
SEMANARIO				X		X	X	X	
AGUAS DE RESIDUOS DOMESTICOS			X						
AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES						X		X	
AGUAS RESIDUALES COMERCIALES						X		X	
RESIDUOS			X			X			
RESIDUOS PELIGROSOS			X		X				
AGUAS RESIDUALES DE LABORATORIO						X	X		
RESIDUOS RESIDUALES DE LABORATORIO DE QUÍMICA						X			
RESIDUOS RESIDUALES DE LABORATORIO DE FÍSICA						X			
RESIDUOS RESIDUALES DE LABORATORIO DE BIOLOGÍA						X			
RESIDUOS RESIDUALES DE LABORATORIO DE MATEMÁTICA						X			
RESIDUOS RESIDUALES DE LABORATORIO DE INGENIERÍA						X			
RESIDUOS RESIDUALES DE LABORATORIO DE QUÍMICA			X						

APROBADO POR: *Enrique Ruiz Pineda*

IDENTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS (TALLER DE MANTENIMIENTO)

HAZARDO	FLAMMABLE	TOXIC	EXPLOSIVE	FLAMMABLE LIQUID	FLAMMABLE SOLID	FLAMMABLE GAS	FLAMMABLE LIQUID	FLAMMABLE SOLID	FLAMMABLE GAS
HAZARDO A LA SALUD		X		X			X		
HAZARDO A LA VIDA			X	X			X		X
HAZARDO A LA BIOTA		X		X			X		
HAZARDO A LA SALUD		X		X			X		
HAZARDO A LA VIDA		X		X			X		
HAZARDO A LA BIOTA		X		X			X		
HAZARDO A LA SALUD		X		X			X		
HAZARDO A LA VIDA		X		X			X		
HAZARDO A LA BIOTA		X		X			X		

APPROVED FOR: *Eximio Ruiz Phares*

[Signature]

[illegible]

Anexo 7 - Formato de entrega de facturas a almacén

GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA, S.A. DE C.V.

Registro de entrega de refacciones a almacen
Noviembre 2025:

[illegible]

Anexo 8 - Formato de captura de refacciones de máquinas fuera de línea

GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA, S.A DE C.V.
Registro de Refacciones Faltantes de Máquinas Fuera de Línea
Noviembre 2025



No. de parte	Nombre de pieza	Máquina	Cantidad	Nombre Técnico Solicitante	Nombre Responsable de Mantenimiento

GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA, S.A DE C.V.
Registro de Refacciones Faltantes de Máquinas Fuera de Línea
Septiembre 2025



No. de parte	Nombre de pieza	Máquina	Cantidad	Nombre Técnico Solicitante	Nombre Responsable de Mantenimiento
91266304-91	Gasón	1525 p/f/f	1	Orlando R.	L. Ruiz
91-118-014-91	Desarmador	1525 p/f/f	1	Orlando R.	L. Ruiz
91-177-601-05	Resorte de presión	1525 p/f/f	1	Orlando R.	L. Ruiz
91-171-808-05	Resorte de presión	1525 p/f/f	1	Orlando R.	L. Ruiz
91-176-094-05	Cuchilla móvil	1525 p/f/f	1	Orlando R.	L. Ruiz
91-186-659-05	Cuchilla fija	1525 p/f/f	1	Orlando R.	L. Ruiz
91-700-241-15	Pinza ajustable	1525 p/f/f	1	Orlando R.	L. Ruiz
P705C	Caja de control	1525 p/f/f	1	Orlando R.	L. Ruiz
91-118-067-25	Rotación	1525 p/f/f	1	Orlando R.	L. Ruiz
91-291-560-15	Botón	1525 p/f/f	1	Orlando R.	L. Ruiz

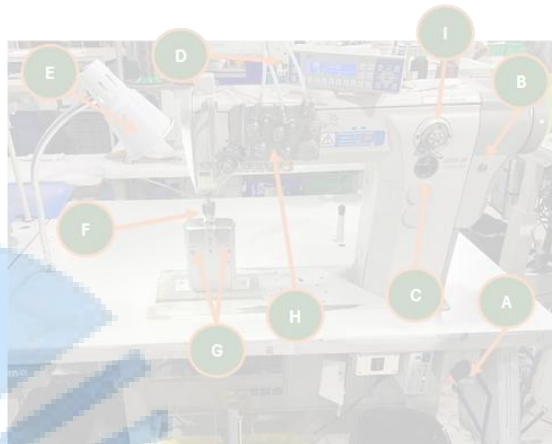
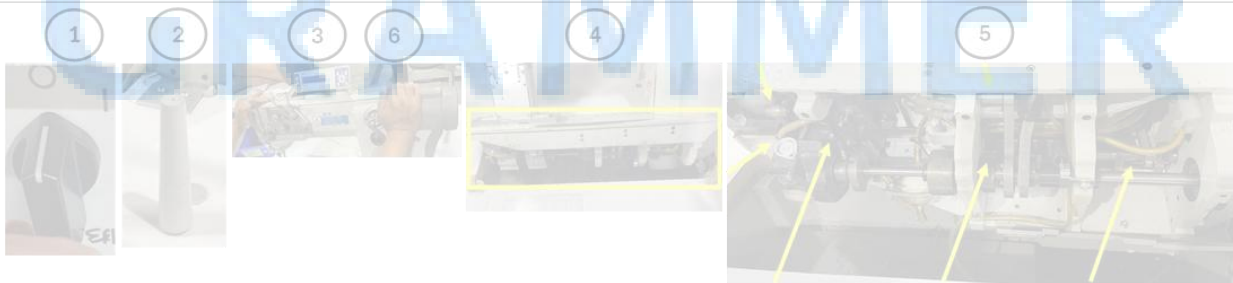
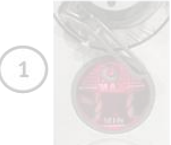
CA-PR1525-B06
Rector

internal

[illegible]

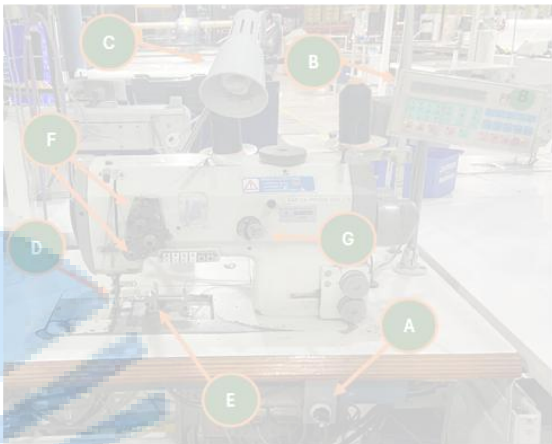
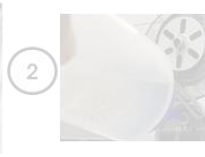
Anexo 10 – Formatos de Mantenimiento Autónomo

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO																																		
Rutina en Máquina			Número de Máquina												Modelo de Máquina												Mes / Año							
Costura																											Noviembre		2025					
Turno	Pos.	Actividades	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	##	Observaciones / Reparación / Causa
1° T	1	Limpieza de cárter																																
2° T		Limpieza de cárter																																
3° T		Limpieza de cárter																																
1° T	2	Correcto funcionamiento de devanador																																
2° T		Correcto funcionamiento de devanador																																
3° T		Correcto funcionamiento de devanador																																
1° T	3	Limpieza de discos de tensión																																
2° T		Limpieza de discos de tensión																																
3° T		Limpieza de discos de tensión																																
1° T	4	Ajuste de tensiones																																
2° T		Ajuste de tensiones																																
3° T		Ajuste de tensiones																																
1° T	5	Checar y rellenar nivel de aceite																																
2° T		Checar y rellenar nivel de aceite																																
3° T		Checar y rellenar nivel de aceite																																
1° T	6	Lubricación de garfo																																
2° T		Lubricación de garfo																																
3° T		Lubricación de garfo																																
1° T	7	Revisión o cambio de opresor																																
2° T		Revisión o cambio de opresor																																
3° T		Revisión o cambio de opresor																																
1° T	8	Correcto funcionamiento de lámpara																																
2° T		Correcto funcionamiento de lámpara																																
3° T		Correcto funcionamiento de lámpara																																
			Firma																															
1° T																																		
2° T																																		
3° T																																		

AYUDA VISUAL DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO							GRAMMER
INICIADO POR:	Mtto.	Eduardo Ruíz José Antonio Hdez. S	Rev.	Ingeniería.	Marco Hernández	Aprobó Enrique Peña Gerente de Planta II	
				Mantenimiento.	Eduardo Ruíz		
28.07.2025		0		Producción.	Adriana Hernández		
DURKOPP 868 DOBLE PESPUNTE							
Lista de Actividades				Mapeo del Equipo			
Actividades Mantenimiento Autónomo							
NO.	ACTIVIDADES	TIEMPO	HERRAMIENTA				
1	1. Apagar la máquina con botón (A), solo en caso de ser necesario. 2. Asegurar posición del tope (solo si tiene). 3. Sujetar la máquina de la parte frontal de la carcasa para voltearla. 4. Limpiar residuos en mecanismo inferior con trapo (en instancia inicial) y pistola neumática (en instancia final). 5. Lubricar todas las partes móviles con aceitera. 6. Regresar máquina a su posición natural de forma adecuada.		Trapo de limpieza. Pistola neumática para la remoción de residuos.				
2	1. Probar el devanador (I) en las dos posiciones permisibles. 2. En caso de que no funcione, hacer orden y pedir cambio.		NA				
3	1. Colocar trapo (de la parte más delgada) entre los discos de tensión (H). 2. Frotar el trapo con las superficies de contacto hasta limpiar la zona por completo.		Trapo de limpieza.				
4	1. Ubicar la posición correspondiente a la "tensión" en el panel de control (D). 2. Calibrar tensión con las flechas de mando utilizando la lógica correspondiente: - Flecha en sentido ascendente, sube tensión. - Flecha en sentido descendente, baja tensión.		NA				
5	1. Revisar que la mirilla (C) no se encuentre en color rojo (señal de bajo nivel de aceite en la máquina). 2. Rellenar con la aceitera hasta el nivel máximo.		Aceitera				
6	1. Poner paro de emergencia (B). 2. Abrir tapa lateral de gancho (G). 3. Añadir de dos a tres gotas de aceite en el rel del gancho. 4. Cerrar tapa lateral de gancho (G). NOTA: Hacer esta actividad DOS veces por turno.		Aceitera	Simbología: A. Botón de encendido y apagado de la máquina. B. Botón de paro de emergencia. C. Mirilla de nivel de aceite. D. Panel de control (electrónico). E. Lámpara. F. Opresor. G. Tapa lateral de gancho. H. Discos de tensiones. I. Devanador.			
7	1. Poner paro de emergencia (B). 2. Revisar que no esté dañado el opresor (es decir, que se encuentre barrido). 3. En caso de ser necesario, cambiar la pieza.		Llave Allen 2 mm				
8	1. Probar la lámpara (E) con las dos posiciones del interruptor (encendido y apagado). 2. En caso de que no funcione, hacer orden y pedir cambio.		NA				
Ayuda Visual							
Actividad 1 - Limpieza de carter							
							
Actividad 2 - Probar devanador		Actividad 3 - Limpieza de discos de tensión		Actividad 4 - Ajuste de tensiones		Actividad 5 - Checar y rellenar nivel de aceite	
				 		 	
Actividad 6 - Lubricación de garfio				Actividad 7 - Revisión o cambio de opresor		Actividad 8 - Correcto funcionamiento de lámpara	
  				 		 	

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO																																			
Rutina en Máquina			Número de Máquina												Modelo de Máquina										Mes / Año										
Costura																									Noviembre		2025								
Turno	Pos.	Actividades	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	#	Observaciones / Reparación / Causa	
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
1° T	1	Limpieza de cárter																																	
2° T		Limpieza de cárter																																	
3° T		Limpieza de cárter																																	
1° T	2	Correcto funcionamiento de devanador																																	
2° T		Correcto funcionamiento de devanador																																	
3° T		Correcto funcionamiento de devanador																																	
1° T	3	Limpieza de discos de tensión																																	
2° T		Limpieza de discos de tensión																																	
3° T		Limpieza de discos de tensión																																	
1° T	4	Ajuste de tensiones																																	
2° T		Ajuste de tensiones																																	
3° T		Ajuste de tensiones																																	
1° T	5	Checar y rellenar nivel de aceite																																	
2° T		Checar y rellenar nivel de aceite																																	
3° T		Checar y rellenar nivel de aceite																																	
1° T	6	Lubricación de garfio																																	
2° T		Lubricación de garfio																																	
3° T		Lubricación de garfio																																	
1° T	7	Revisión o cambio de opresor																																	
2° T		Revisión o cambio de opresor																																	
3° T		Revisión o cambio de opresor																																	
1° T	8	Correcto funcionamiento de lámpara																																	
2° T		Correcto funcionamiento de lámpara																																	
3° T		Correcto funcionamiento de lámpara																																	
			Firma																																
1° T																																			
2° T																																			
3° T																																			

GRAMMER

AYUDA VISUAL DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO						GRAMMER
INICIADO POR:	Mtto.	Eduardo Ruíz José Antonio Hdez. S	Rev.	Ingeniería.	Marco Hernández	Aprobó Enrique Peña Gerente de Planta II
				Mantenimiento.	Eduardo Ruíz	
		28.07.2025	0	Producción.	Adriana Hernández	
PFAFF 1525 RECTA						
Lista de Actividades				Mapeo del Equipo		
Actividades Mantenimiento Autónomo						
NO.	ACTIVIDADES	TIEMPO	HERRAMIENTA	 Simbología: A. Botón de encendido y apagado de la máquina. B. Panel de monitoreo (electrónico). C. Lámpara. D. Opresor. E. Tapa lateral de gancho. F. Discos de tensiones. G. Devanador.		
1	1. Apagar la máquina con botón (A), solo en caso de ser necesario. 2. Sujetar la máquina de la parte frontal de la carcasa para voltearla. 3. Asegurar posición del tope (solo si tiene). 4. Limpiar residuos en mecanismo inferior con trapo (en instancia inicial) y pistola neumática (en instancia final). 5. Lubricar todas las partes móviles con aceitera. 6. Regresar máquina a su posición natural de forma adecuada.		Trapo de limpieza. Pistola neumática para la remoción de residuos.			
2	1. Probar el devanador (G) en las dos posiciones permisibles. 2. En caso de que no funcione, hacer orden y pedir cambio.		NA			
3	1. Colocar trapo (de la parte más delgada) entre los discos de tensión (F). 2. Frotar el trapo con las superficies de contacto hasta limpiar la zona por completo.		Trapo de limpieza.			
4	1. Ubicar la posición correspondiente a la "tensión" en la máquina de forma manual. 2. Calibrar tensión con la perilla de mando utilizando la lógica correspondiente: - Giro en sentido horario (derecha), sube tensión. - Giro en sentido antihorario (izquierda), baja tensión.		NA			
5	1. Revisar que la mirilla no se encuentre en el nivel mínimo de aceite. 2. Rellenar con la aceitera hasta el nivel máximo.		Acetiera			
6	1. Apagar máquina con botón (A). 2. Abrir tapa lateral de gancho (E). 3. Añadir de dos a tres gotas de aceite en el riel del gancho. 4. Cerrar tapa lateral de gancho (E). NOTA: Hacer esta actividad DOS veces por turno.		Acetiera			
7	1. Apagar máquina con botón (A). 2. Revisar que no esté dañado el opresor (es decir, que se encuentre barrido). 3. En caso de ser necesario, cambiar la pieza.		Llave Allen 2 mm			
8	1. Probar la lámpara (C) con las dos posiciones del interruptor (encendido y apagado). 2. En caso de que no funcione, hacer orden y pedir cambio.		NA			
Actividad 1 - Limpieza de carter				Actividad 2 - Probar devanador		
    						
Actividad 3 - Limpieza de discos de tensión		Actividad 4 - Ajuste de tensiones		Actividad 5 - Checar y rellenar nivel de aceite		
 		 		 		
Actividad 6 - Lubricación de garfio		Actividad 7 - Revisión o cambio de opresor		Actividad 8 - Correcto funcionamiento de lámpara		
  